



Guilherme Marques Mouta Liz

Licenciado em Ciências da Engenharia

Conceção de um Sistema para Poupança de Água para Máquinas de Lavar Roupa Industriais

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Doutor Bruno Alexandre Rodrigues Simões Soares,
Professor Auxiliar Convidado,
Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de
Ciências e Tecnologia

Júri:

Presidente: Doutor António José Freire Mourão,
Professor Associado, FCT-UNL

Arguentes: Doutor António Gabriel Marques Duarte dos Santos,
Professor Auxiliar, FCT-UNL

Vogais: Doutor Bruno Alexandre Rodrigues Simões Soares,
Professor Auxiliar Convidado, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março, 2020

Guilherme Marques Mouta Liz

Licenciado em Ciências da Engenharia

Conceção de um Sistema para Poupança de Água para Máquinas de Lavar Roupa Industriais

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Doutor Bruno Alexandre Rodrigues Simões Soares,
Professor Auxiliar Convidado,
Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de
Ciências e Tecnologia

Júri:

Presidente: [Nome do presidente do júri]

Arguentes: [Nome do arguente 1]
[Nome do arguente 2]

Vogais: [Nome do vogal 1]
[Nome do vogal 2]
[Nome do vogal 3]
[Nome do vogal 4]

Março, 2020

Conceção de um Sistema para Poupança de Água para Máquinas de Lavar Roupa Industriais

Copyright © Guilherme Marques Mouta Liz, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

"Anything else you're interested in is not going to happen if you can't breathe the air and drink the water. Don't sit this one out. Do something."
Carl Sagan

Dedicado ao desenvolvimento das futuras gerações,

em prol de uma sociedade sustentável.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria expressar o meu agradecimento ao meu orientador, professor Bruno Soares, por possibilitar a realização desta dissertação e pelo acompanhamento no decorrer da mesma, assim como ao Sr. Jorge Metelo, proprietário da empresa *Metelo*, pela gentileza de participar ativamente no início do projeto com o fornecimento de informação e juízos das soluções fundamentais ao desenvolvimento de um produto adequado às necessidades. Gostaria também de deixar uma palavra de gratidão a todos os funcionários e docentes que me acompanharam e contribuíram para a minha formação académica, particularmente aos que amavelmente me ajudaram na realização desta dissertação.

Queria também agradecer à instituição Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa por providenciar os meios e espaços necessários ao meu desenvolvimento técnico-científico, assim como o excelente ambiente académico que me proporcionou ao longo desta jornada, onde foi possível conhecer colegas de grande valor que também contribuíram e muito para o meu sucesso académico. Um especial obrigado para os colegas Filipe Almeida e Pedro Cabral por todo o apoio e debates sobre os mais diversos temas durante o meu percurso académico.

Por fim e como não poderia faltar, o maior dos meus agradecimentos vai para toda a minha família, sobretudo para os meus pais Sónia e Filipe, por todo o apoio, amor incondicional e conselhos dados até esta fase da minha vida, sendo eles os verdadeiros responsáveis pela concretização dos meus sonhos.

Resumo

A problemática do aquecimento global e das alterações climáticas inerentes têm sido assuntos de crescente debate nos últimos anos, sendo a disponibilidade de água doce um dos focos de maior preocupação. O forte crescimento populacional que se tem vindo a verificar e, consequentemente, a crescente demanda de água e energia tem vindo a colocar cada vez mais pressão sobre os recursos hídricos disponíveis. Embora 2/3 do planeta Terra sejam cobertos por água, somente 2,5 % da totalidade da água existente representa água doce, sendo que apenas uma fração desta se encontra disponível para extração e consumo. Com isto, prevê-se que no futuro próximo este recurso fundamental para a maioria dos seres vivos se venha a tornar um recurso escasso. Um setor de atividade comercial cujo consumo de água é elevado é o setor das lavandarias que, na União Europeia, contabiliza um consumo anual de aproximadamente 42 milhões de metros cúbicos de água.

O trabalho desenvolvido na presente dissertação tem como objetivo a máxima redução possível do consumo de água em estabelecimentos comerciais como lavandarias. Para tal, foi projetado um sistema modular de poupança de água para funcionamento em conjunto com as máquinas de lavar roupa industriais presentes no referido tipo de estabelecimentos. No desenvolvimento do projeto adotaram-se diversas ferramentas de apoio à decisão na conceção de produto, onde se podem salientar as metodologias sugeridas em *Product Design and Development* e na *Teoria Axiomática de Projeto*. Desta forma, o produto obtido trata-se de um dispositivo de poupança de água através do armazenamento e reutilização de água residual proveniente de fases menos contaminadas do ciclo de lavagem. Com a implementação do dispositivo projetado para funcionamento com uma máquina de lavar até 25 kg de capacidade, espera-se uma redução de cerca de 30% do consumo de água em cada ciclo de lavagem realizado.

No decorrer deste projeto, chegou-se à conclusão de que nenhuma solução com um maior nível de complexidade em termos de componentes e processos seria adequada, uma vez que seria economicamente inviável devido ao atual preço da água. De facto, numa lavandaria o custo do consumo de água não é dos principais encargos. Com isto, no final conclui-se que atualmente se verifica um preço da água demasiado reduzido para que a implementação deste tipo de equipamento faça sentido do ponto de vista económico. No entanto, ignorando esta última componente e evidenciando a motivação ambiental do projeto, é de salientar que com um sistema relativamente simples é possível alcançar uma redução do consumo de água por parte da lavandaria de cerca de 30 %, conseguindo uma melhor gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Água Doce; Sistema de Poupança de Água; Redução do Consumo de Água; Lavandarias; Máquina de Lavar Roupa Industriais; Conceção de Produto.

Abstract

The issue of global warming and inherent climate change has been a subject of growing debate in recent years, with the availability of fresh water being one of the main concerns. The strong population growth that has been verified and, consequently, the growing demand for water and energy has been putting more and more pressure on the available water resources. Although 2/3 of the planet Earth are covered by water, only 2.5% of the total existing water represents fresh water, with only a fraction of it available for extraction and consumption. With this, it is expected that soon this fundamental resource for most living beings will become a scarce resource. A sector of commercial activity whose water consumption is high is the laundry sector which, in the European Union, accounts for an annual consumption of approximately 42 million cubic meters of water.

The work developed in this dissertation aims to achieve the maximum possible reduction in water consumption in commercial establishments such as laundries. To this end, a modular water saving system was designed to work in conjunction with the industrial washing machines present in the referred type of establishments. In the development of the project, several decision support tools were adopted in the product design, where the methodologies suggested in Product Design and Development and the Axiomatic Design Theory can be highlighted. In this way, the product obtained is a water saving device through the storage and reuse of residual water from less contaminated phases of the washing cycle. With the implementation of the device designed for operation with a washing machine up to 25 kg of capacity, a reduction of about 30% in water consumption is expected in each washing cycle performed.

During this project, it was concluded that no solution with a higher level of complexity in terms of components and processes would be adequate, since it would be economically unfeasible due to the current price of water. In fact, in a laundry room the cost of water consumption is not a major burden. With this, in the end it is concluded that currently there is a price of water that is too low for the implementation of this type of equipment to make economic sense. However, ignoring this last component and highlighting the environmental motivation of the project, it should be noted that with a relatively simple system it is possible to achieve a reduction of water consumption by the laundry of about 30%, achieving a better management of water resources .

Keywords: Freshwater; Water Saving System; Reduction of Water Consumption; Laundries; Industrial Washing Machine; Product Design.

Conteúdo

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	XI
CONTEÚDO	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIX
NOMENCLATURA	XXI
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO AO PROBLEMA E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA	1
1.2 OBJETIVOS DO PROJETO	5
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 MÁQUINA DE LAVAR INDUSTRIAL – CARACTERIZAÇÃO GERAL.....	7
2.1.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DO MECANISMO	7
2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE LAVAGEM	9
2.1.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUAL OU “ÁGUA CINZA”	11
2.2 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	11
2.2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL (ETAR)	12
2.2.2 SEPARADORES POR CENTRIFUGAÇÃO	12
2.2.3 FILTROS INDUSTRIAIS.....	14
2.3 FERRAMENTAS DE APOIO À DECISÃO	15
2.3.1 <i>PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT</i>	15
2.3.2 TEORIA AXIOMÁTICA DE PROJETO.....	16
2.3.3 <i>DESIGN FOR ENVIRONMENT</i>	17
2.3.4 <i>INDUSTRIAL DESIGN</i>	18
CAPÍTULO 3 - PROJETO MECÂNICO.....	19
3.1 METODOLOGIA.....	19
3.2 CASO DE ESTUDO	20
3.3 DEFINIÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO	23
3.3.1 IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DO CLIENTE	23

3.3.2	ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO	25
3.4	FASE CONCEPTUAL	26
3.4.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS DO PROJETO	26
3.4.2	COMPOSIÇÃO MODULAR DO PRODUTO	28
3.4.3	S1 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR).....	29
3.4.4	S2 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA S/ TRATAMENTO.....	31
3.4.5	S3 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA C/ TRATAMENTO SIMPLES..	32
3.4.6	S4 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA C/ TRATAMENTO (VARIANTE COM DESINFECÇÃO).....	33
3.4.7	S5 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA C/ TRATAMENTO SELETIVO	34
3.4.8	S6 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA C/ SEPARAÇÃO POR CENTRIFUGAÇÃO	35
3.4.9	S7 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA PARA LAVAGEM EM CONTRACORRENTE S/ TRATAMENTO.....	36
3.4.10	S8 - MÓDULO DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA PARA LAVAGEM EM CONTRACORRENTE C/ TRATAMENTO SIMPLES.....	38
3.4.11	COMPARATIVO SOLUÇÕES CONCEPTUAIS.....	40
3.5	AValiação DAS SOLUÇÕES CONCEPTUAIS	44
3.5.1	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	44
3.5.2	SELEÇÃO DO CONCEITO A DESENVOLVER	45
3.6	PROJETO DE PORMENOR.....	47
3.6.1	DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO DA SOLUÇÃO FINAL.....	49
3.6.2	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	51
3.6.3	DIMENSIONAMENTO FUNCIONAL	52
3.6.4	DIMENSIONAMENTO DE INTEGRIDADE FÍSICA	57
3.6.5	COMPONENTES E MATERIAIS	71
3.6.6	AUTOMAÇÃO DO DISPOSITIVO	80
3.6.7	MONTAGEM DO DISPOSITIVO	82
3.6.8	ORÇAMENTAÇÃO DO PROJETO	85
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		89
ANEXOS.....		95
A – TANS150NA5.....		96
B – T95FNA5.....		97

C – CME5-3 A-R-G-E-AQQE.....	98
D – ABS MF 154 HW.....	106
E – D31DAXR4B.....	110
F – G31DAXR4B.....	112
G – 2036BV06TB.....	115
H – TUBAGEM DE FORNECIMENTO.....	117
I – TUBAGEM DE ESGOTO.....	118
J – CONECTORES TUBAGEM.....	120
K - H1302 05 05 100.....	121
L – YS-800.....	124
M – SC-200.....	125
N – YSP-800.....	126
O – HN12N.....	127
P – HN16.....	128
Q – HN20.....	129
R – HN24.....	129
S – 12-HLMM-3NB.....	130
T – RB2016.....	132
U – RB1612.....	133
V – B-12-T.....	134
W – 0092 06.....	135
X – 0120 06.....	136
Y – 3176T48.....	137
Z – 3176T36.....	139
A1 – 3176T32.....	141
B1 – 03195-102306020.....	143
C1 – LA322E-M12.....	144
D1 – TSX3705028DR1.....	145
E1 – NSYPLM54PG.....	147
F1 – PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DIFERENTES LIGAS DE ALUMÍNIO.....	149
G1 – 9004.....	150
H1 – 17144.....	151
I1 – 30 155.....	152
J1 – 9045.....	153
K1 – 11094.....	154

L1 – 4140	155
M1 – 4102	156
N1 – 17035	157
O1 – 17191	158
P1 – 5244	159
Q1 – MS-STR-8	160
R1 – 08663	161

Índice de Figuras

FIGURA 1.1 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA TERRA. ADAPTADO DE [1].....	1
FIGURA 1.2 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE MÉDIA DA TERRA, RELATIVAMENTE Á MEDIA NOS ANOS 1951-1980. ADAPTADO DE [4].....	3
FIGURA 1.3 – GRÁFICO CIRCULAR COMPARANDO O CONSUMO DE ÁGUA POR SETOR, A NÍVEL EUROPEU. ADAPTADO DE [5].....	3
FIGURA 1.4 – INTERLIGAÇÃO OU "NEXUS" ÁGUA-ENERGIA [8].....	4
FIGURA 2.1 - MOVIMENTO DA ROUPA NO INTERIOR DA MÁQUINA DURANTE A LAVAGEM [11].....	9
FIGURA 2.2 – EXEMPLO DO PROCESSO DE LAVAGEM EM MÁQUINA DE CARREGAMENTO FRONTAL. ADAPTADO DE [8].	10
FIGURA 2.3 – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE “ÁGUAS CINZA” EM LAVANDARIAS. ADAPTADO DE [12].	12
FIGURA 2.4 – EXEMPLO DO PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM SEPARADOR SÓLIDO-LÍQUIDO POR CENTRIFUGAÇÃO. ADAPTADO DE [15].....	13
FIGURA 2.5 – COMPOSIÇÃO DE UM SEPARADOR LÍQUIDO-LÍQUIDO [16].	13
FIGURA 2.6 – SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES DE UM FILTRO DE ÁGUA AUTOMÁTICO [17].....	14
FIGURA 2.7 – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO GENÉRICO [18].....	15
FIGURA 2.8 – RELAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES DOMÍNIOS DA TEORIA AXIOMÁTICA DE PROJETO [19].....	16
FIGURA 3.1 – FLUXO DE ÁGUA AO LONGO DE UM CICLO DE LAVAGEM.....	20
FIGURA 3.2 – CAIXA NEGRA INICIAL.	28
FIGURA 3.3 – DIAGRAMA FUNCIONAL DO DISPOSITIVO A PARTIR DA SUA DECOMPOSIÇÃO FUNCIONAL.....	28
FIGURA 3.4 – ÁRVORE DE REQUISITOS FUNCIONAIS (RF's), SOLUÇÃO Nº1.....	29
FIGURA 3.5 – ÁRVORE DE PARÂMETROS DE PROJETO (PP's), SOLUÇÃO Nº1.....	29
FIGURA 3.6 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº1	30
FIGURA 3.7 – ÁRVORE DE REQUISITOS FUNCIONAIS (RF's), SOLUÇÃO Nº2.	31
FIGURA 3.8 – ÁRVORE DE PARÂMETROS DE PROJETO (PP's), SOLUÇÃO Nº2.....	31
FIGURA 3.9 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº2.	31
FIGURA 3.10 – ÁRVORE DE REQUISITOS FUNCIONAIS (RF's), SOLUÇÃO Nº3.	32
FIGURA 3.11 – ÁRVORE DE PARÂMETROS DE PROJETO (PP's), SOLUÇÃO Nº3.....	32
FIGURA 3.12 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº3.....	32
FIGURA 3.13 – ÁRVORE DE REQUISITOS FUNCIONAIS (RF's), SOLUÇÃO Nº4.	33
FIGURA 3.14 – ÁRVORE DE PARÂMETROS DE PROJETO (PP's), SOLUÇÃO Nº4.....	33
FIGURA 3.15 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº4.....	33
FIGURA 3.16 – ÁRVORE DE REQUISITOS FUNCIONAIS (RF's), SOLUÇÃO Nº5.	34
FIGURA 3.17 – ÁRVORE DE PARÂMETROS DE PROJETO (PP's), SOLUÇÃO Nº5.....	34
FIGURA 3.18 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº5.....	34

FIGURA 3.19 – ÁRVORE DE <i>REQUISITOS FUNCIONAIS</i> (RF's), SOLUÇÃO Nº6.....	35
FIGURA 3.20 – ÁRVORE DE <i>PARÂMETROS DE PROJETO</i> (PP's), SOLUÇÃO Nº6.....	35
FIGURA 3.21 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº6.....	35
FIGURA 3.22 – ÁRVORE DE <i>REQUISITOS FUNCIONAIS</i> (RF's), SOLUÇÃO Nº7.....	36
FIGURA 3.23 – ÁRVORE DE <i>PARÂMETROS DE PROJETO</i> (PP's), SOLUÇÃO Nº7.....	36
FIGURA 3.24 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº7.....	37
FIGURA 3.25 – FLUXO DE ÁGUA AO LONGO DE UM CICLO DE LAVAGEM, SOLUÇÃO Nº7.....	37
FIGURA 3.26 – ÁRVORE DE <i>REQUISITOS FUNCIONAIS</i> (RF's), SOLUÇÃO Nº8.....	38
FIGURA 3.27 – ÁRVORE DE <i>PARÂMETROS DE PROJETO</i> (PP's), SOLUÇÃO Nº8.....	38
FIGURA 3.28 – DIAGRAMA FUNCIONAL E RESPECTIVO FLUXO DE ÁGUA NO SISTEMA, SOLUÇÃO Nº8.....	39
FIGURA 3.29 – FLUXO DE ÁGUA AO LONGO DE UM CICLO DE LAVAGEM, SOLUÇÃO Nº8.....	39
FIGURA 3.30 - DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO DA SOLUÇÃO FINAL.....	50
FIGURA 3.31 - COMPOSIÇÃO MODULAR DA SOLUÇÃO FINAL.....	51
FIGURA 3.32 – NUMERAÇÃO DOS TROÇOS DE CANALIZAÇÃO DO SISTEMA.....	55
FIGURA 3.33 – COMPRIMENTO APROXIMADO DE CANALIZAÇÃO NO PLANO HORIZONTAL (MEDIDAS EM MM).....	56
FIGURA 3.34 – COMPRIMENTO APROXIMADO DE CANALIZAÇÃO NO PLANO VERTICAL (MEDIDAS EM MM).	56
FIGURA 3.35 – DIVISÃO DA ESTRUTURA EM SUBCONJUNTOS.....	58
FIGURA 3.36 – DIAGRAMA DE CORPO LIVRE APOIOS PLC.....	58
FIGURA 3.37 – DIAGRAMA DE CORPO LIVRE SUPORTE CONTROLO.....	59
FIGURA 3.38 – DIAGRAMA DE CORPO LIVRE TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL (MEDIDAS DE COMPRIMENTO EM MM).....	61
FIGURA 3.39 – DIAGRAMA DE CORPO LIVRE TANQUE DE RECEÇÃO (MEDIDAS DE COMPRIMENTO EM MM).	62
FIGURA 3.40 – FORÇAS TRANSMITIDAS À BASE.....	63
FIGURA 3.41 – ANÁLISE DE TENSÕES ESTATICA REALIZADA NO PROGRAMA <i>SOLIDWORKS</i>	64
FIGURA 3.42 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA LIGAÇÃO SOLDADA ENTRE AS CANTONEIRAS DO APOIO PLC.....	66
FIGURA 3.43 – REPRESENTAÇÃO GENÉRICA SOLDADURA COM FORÇA PARALELA A UM DOS CATETOS. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS [22].....	66
FIGURA 3.44 – DIAGRAMA DE CORPO LIVRE DA CANTONEIRA DE BASE DA VÁLVULA DE ESGOTO.....	67
FIGURA 3.45 – FORÇAS EXERCIDAS NA LIGAÇÃO APARAFUSADA BASE VÁLVULA DE ESGOTO-SUPORTE DE CONTROLO.	68
FIGURA 3.46 – MONTAGEM DA ESTRUTURA.....	82
FIGURA 3.47 – MONTAGEM DA ESTRUTURA, BOMBA DE FORNECIMENTO E VÁLVULAS.....	83
FIGURA 3.48 – MONTAGEM COMPLETA SEM CANALIZAÇÃO.....	84
FIGURA 3.49 – MONTAGEM COMPLETA COM CANALIZAÇÃO.....	84

Índice de Tabelas

TABELA 3.1 – CONSUMO DE ÁGUA ESTIMADO DAS MÁQUINAS DE LAVAR NA LAVANDARIA DA EMPRESA <i>METELO</i> , EM LITROS.	21
TABELA 3.2 – PRODUTOS QUÍMICOS ADICIONADOS EM CADA FASE DO CICLO DE LAVAGEM E RESPETIVOS CONSTITUINTES RELEVANTES.	22
TABELA 3.3 – LISTA DE NECESSIDADES DO CLIENTE E O SEU RESPECTIVO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA.	24
TABELA 3.4 – LISTA DE CONSTRANGIMENTOS FUNCIONAIS.	24
TABELA 3.5 – LISTA DE ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO E RESPECTIVO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA.	25
TABELA 3.6 – DECOMPOSIÇÃO FUNCIONAL DO PRODUTO.	27
TABELA 3.7 – PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO PROPOSTOS PARA AS RESPETIVAS SOLUÇÕES.	27
TABELA 3.8 – RESUMO COMPARATIVO DAS SOLUÇÕES CONCETUAIS GERADAS.	40
TABELA 3.9 – MATRIZ DE TRIAGEM DAS SOLUÇÕES CONCETUAIS GERADAS.	45
TABELA 3.10 – MATRIZ DE SELEÇÃO DO CONCEITO A DESENVOLVER.	46
TABELA 3.11 – FLUXO DE ÁGUA E RESPETIVOS VOLUMES DE ÁGUA, AO LONGO DE UM CICLO DE LAVAGEM, CONSIDERANDO UMA MÁQUINA DE LAVAR DE 25 KG DE CAPACIDADE.	48
TABELA 3.12 – COMPRIMENTO APROXIMADO DE CADA TROÇO DE TUBAGEM E RESPETIVAS ESPECIFICAÇÕES.	57
TABELA 3.13 – DADOS UTILIZADOS NO CÁLCULO DAS FORÇAS RESULTANTES F_1 , F_2 E F_3	60
TABELA 3.14 – CONJUNTO DE LIGAÇÕES SOLDADAS DA ESTRUTURA.	65
TABELA 3.15 – CONJUNTO DE LIGAÇÕES APARAFUSADAS DA ESTRUTURA.	67
TABELA 3.16 – DADOS UTILIZADOS NO CÁLCULO DAS LIGAÇÕES PARAFUSADAS [24][25].	69
TABELA 3.17 – LISTA DE COMPONENTES E RESPETIVAS ESPECIFICAÇÕES.	72
TABELA 3.18 – LISTA DE COMPONENTES ESTRUTURAIS.	77
TABELA 3.19 – OUTROS COMPONENTES E MATERIAIS.	79
TABELA 3.20 – CONJUNTO DE ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO FINAL.	79
TABELA 3.21 – CUSTO DE AQUISIÇÃO DOS COMPONENTES DO PRODUTO.	85

Nomenclatura

A_b	Área da base do tanque de armazenamento;
H_{Cheio}	Altura do sensor de nível Cheio;
H_{Baixo}	Altura do sensor de nível Baixo;
F_x	Força resultante no eixo x;
F_y	Força resultante no eixo y;
M_z	Momento em torno do eixo z;
m_{Caixa}	Massa da caixa do painel de controlo;
P_{Caixa}	Peso da caixa do painel de controlo;
g	Aceleração gravítica;
R_1, R_2	Reações no Apoio PLC;
$m_{Tub.j+água}$	Massa da tubagem do troço j cheia de água;
$m_{Tub.j}$	Massa da tubagem do troço j;
l_j	Comprimento da tubagem do troço j;
$\emptyset_{i Tub.j}$	Diâmetro interno da tubagem do troço j;
$\rho_{água}$	Massa volúmica da água;
F_1, F_2, F_3	Forças resultantes sobre as válvulas;
R_3, R_4	Reações no Suporte Controlo;
$m_{Vál.Fornecimento}$	Massa da válvula de fornecimento;
$m_{Vál.Esgoto}$	Massa da válvula de esgoto;
$m_{Vál.Lavagem}$	Massa da válvula de lavagem;
$l_{Fornecimento}$	Comprimento de canalização;
l_{Esgoto}	Comprimento de canalização total do sistema de esgoto;
$l_{Lavagem}$	Comprimento de canalização total do sistema de lavagem;
$m_{Tub.Fornecimento}$	Massa total da tubagem de fornecimento;

$m_{Tub..Esgoto}$	Massa total da tubagem de esgoto;
$m_{Tub..Lavagem}$	Massa total da tubagem de lavagem;
$\emptyset_{i Tub.Fornecimento}$	Diâmetro interno da tubagem de fornecimento;
$\emptyset_{i Tub..Esgoto}$	Diâmetro interno da tubagem de esgoto;
$\emptyset_{i Tub..Lavagem}$	Diâmetro interno da tubagem de lavagem;
m_{TAAR}	Massa do tanque de armazenamento;
P_{TAAR}	Peso do tanque de armazenamento;
V_{TAAR}	Volume do tanque de armazenamento;
R_5, R_6, R_7	Reações no tanque de armazenamento;
m_{TR}	Massa do tanque de receção;
P_{TR}	Peso do tanque de receção;
V_{TR}	Volume do tanque de receção;
R_8, R_9, R_{10}	Reações no tanque de receção;
σ_{adm}	Tensão admissível;
σ_{ced}	Tensão de cedência;
$\sigma_{máx}$	Tensão máxima;
FS	Fator de segurança;
σ_{com}	Tensão de comparação;
h	Altura do cordão de soldadura;
F	Força resultante sobre o cordão de soldadura;
Δx	Comprimento do cordão de soldadura;
R_{11}, R_{12}	Reações na base da válvula de esgoto;
F_b	Força exercida sobre o parafuso;
P_1	Força perpendicular ao eixo do parafuso exercida sobre uma ligação aparafusada;
$\mu_{alumínio-alumínio}$	Coeficiente de atrito estático alumínio-alumínio;

k_b	Rigidez do parafuso;
k_m	Rigidez dos elementos comprimidos numa ligação aparafusada;
F_i	Força de aperto inicial do parafuso;
P_2	Força paralela ao eixo do parafuso exercida sobre uma ligação aparafusada;
A_t	Área transversal ou secção resistente do parafuso;
E_b	Módulo de elasticidade longitudinal ou módulo de <i>Young</i> do parafuso;
l	Comprimento relativo da parte roscada do parafuso;
d	Diâmetro nominal do parafuso;
d_m	Diâmetro médio do parafuso;
d_c	Diâmetro da cabeça do parafuso;
E_m	Módulo de elasticidade longitudinal ou módulo de <i>Young</i> dos elementos comprimidos;
p	Passo do parafuso;
α	Ângulo de rosca;
T_a	Momento de aperto;
μ_c	Coeficiente de atrito estático na cabeça do parafuso;
$\mu_{aço-alumínio}$	Coeficiente de atrito estático aço-alumínio;

Capítulo 1 - Introdução

A água doce é um dos elementos fundamentais para a existência de vida humana na Terra, sendo também um recurso finito. O forte crescimento populacional e tecnológico que a humanidade vive atualmente tem vindo a colocar uma enorme pressão sobre as reservas de água doce disponíveis. A crescente demanda, a problemática das alterações climáticas, da poluição e contaminação dos solos e aquíferos, colocam a questão da escassez de água doce como um dos problemas mais críticos que a humanidade poderá enfrentar no futuro, sendo necessária uma evolução na tecnologia associada ao consumo e reciclagem de água, apontando ao consumo adequado deste recurso limitado. Neste capítulo, será feito um enquadramento geral à problemática da conservação da água e demonstrada a dependência que alguns sistemas têm desta, assim como a importância da necessidade de um progresso na tecnologia existente no sentido de um desenvolvimento sustentável, sendo definido o problema geral que se pretende solucionar e delineados os objetivos gerais que o presente projeto procura alcançar.

1.1 Enquadramento ao Problema e Justificação do Tema

O planeta Terra é coberto em cerca de 2/3 da sua área por água, no entanto, a sensação de uma disponibilidade abundante é ilusória, sendo que apenas, aproximadamente, 2,5 % trata-se de água doce, apta para consumo. Na Figura 1.1, é representada a distribuição total de água no planeta, onde mais de 97% se trata de água salgada e apenas 2,5% de água doce, sendo que, aproximadamente, 68,7% desta está armazenada na forma de glaciares e calotes polares, reduzindo a água apta para consumo e possível de captar a valores como apenas 0,8% da água total no planeta.

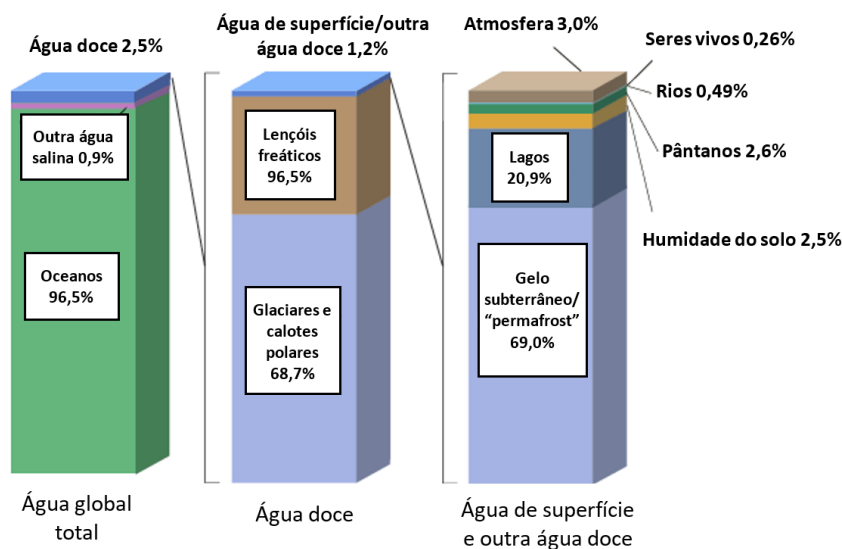


Figura 1.1 – Distribuição de água no planeta Terra. Adaptado de [1].

A água doce pode classificar-se como um recurso essencial à existência de qualquer tipo de vida no planeta Terra. O ser humano, por exemplo, é capaz de sobreviver até 3 semanas sem comida, mas apenas 3 a 4 dias sem água. Pelo menos 60% corpo humano é constituído por água, que pode ser perdida a um ritmo acelerado. Em casos extremos, um adulto é capaz de perder 1 a 1,5 L de água na regulação da temperatura corporal através do suor [2]. Portanto, é importante um consumo abundante de água ao longo do dia para manter o nosso sistema saudável e com um correto funcionamento. Mas como qualquer ser vivo, o humano necessita de comida para sobreviver, tendo o ciclo da água um papel fundamental na sustentabilidade da fauna e flora, assegurando o equilíbrio do ecossistema, equilíbrio este que pode ser posto em causa devido à atual problemática das alterações climáticas e da sobre-exploração de recursos.

A quantidade total de água existente na Terra mantém-se constante ao longo do tempo, podendo apenas variar na distribuição entre as suas três fases: sólida, líquida e gasosa. O total da água constitui a hidrosfera, que se distribui por oceanos, continentes e atmosfera, os quais participam no fenómeno natural do ciclo da água. Este ciclo é alimentado pela energia térmica emitida pelo sol, que fornece a energia necessária à transição das fases líquida e sólida para a fase gasosa e define a constante circulação de água entre os três constituintes da hidrosfera. Não sendo necessário recorrer-se a uma definição extensa do fenómeno, vale a pena salientar os aspetos relacionados com efeitos térmicos. A transferência de água da superfície terrestre para a atmosfera dá-se sob a forma de vapor, seja por evaporação direta ou pela transpiração dos seres vivos (evotranspiração), sendo depois transportada por milhares de quilómetros através de ventos atmosféricos e posteriormente condensada, dando origem a nuvens. Devido ao efeito da gravidade, a água volta a transferir-se para a superfície terrestre através da precipitação. Uma das variáveis de maior peso nestes fenómenos naturais é a temperatura da superfície terrestre, que afeta tanto a taxa de evaporação, como a quantidade de água no seu estado sólido [3]. Um desequilíbrio desta variável pode ter efeitos bastante imprevisíveis nos fenómenos naturais e, consequentemente, no ecossistema. Como é possível verificar pela Figura 1.2, a partir de 1980, a temperatura média da superfície terrestre tem sofrido um crescimento acentuado em relação à média registada entre os anos 1951 e 1980, algo que tem vindo a alarmar bastante a comunidade científica.

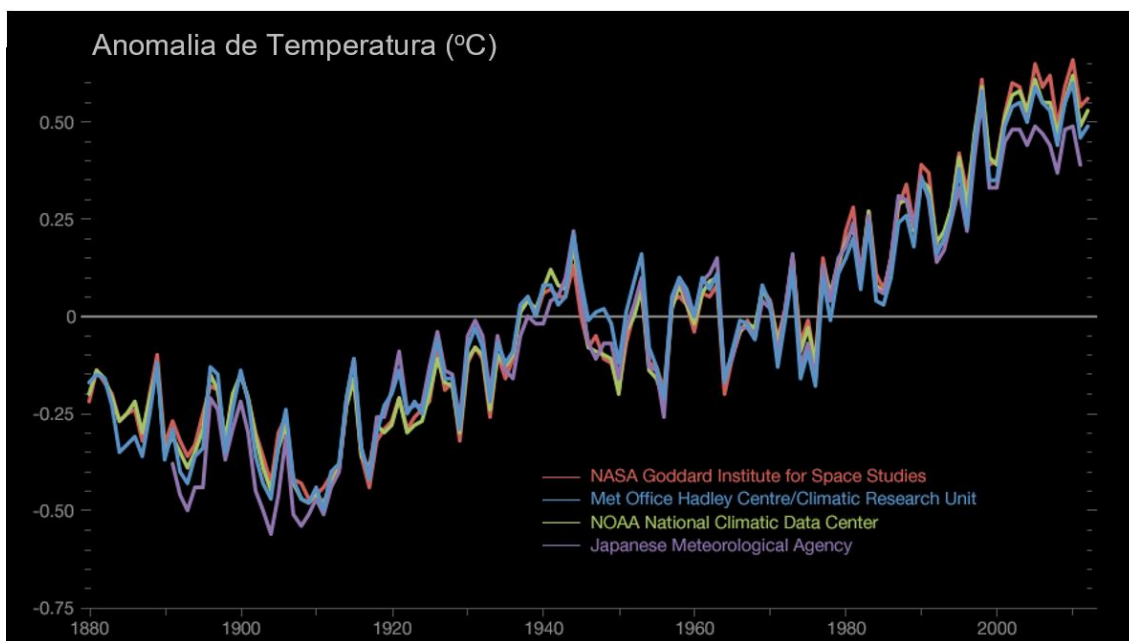


Figura 1.2 – Variação da temperatura de superfície média da Terra, relativamente á media nos anos 1951-1980. Adaptado de [4].

A previsão do aumento da temperatura média da Terra é um fator preocupante relativamente à conservação da água potável, uma vez que as maiores reservas de água são barragens, onde se verificarão maiores perdas por evaporação. Em Portugal, já foi possível assistir os efeitos deste fenómeno em anos recentes, tendo sido registadas várias vezes situações de seca extrema no país, obrigando a limitações ao consumo de água e provocando grandes prejuízos ao setor agrícola. Como vimos, um ciclo da água e uma temperatura equilibrados são aspetos essenciais à subsistência humana.

Como é possível verificar pela Figura 1.3, o consumo doméstico regista uma pequena parte do consumo mundial de água em relação à indústria e agricultura, representando, a nível europeu, apenas 11,6% do consumo [5]. Efetivamente, os setores agrícola e pesqueiro representam a maior quota de consumo, seguidos do setor energético.

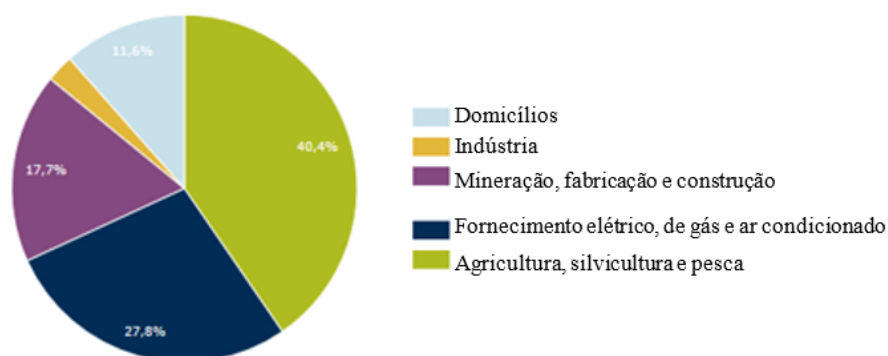


Figura 1.3 – Gráfico circular comparando o consumo de água por setor, a nível europeu. Adaptado de [5].

Um fator relativo à importância da conservação da água que pode não ser evidente para a maioria da população é de que existe uma forte interligação entre a produção de energia e o consumo de água. Em Portugal, por exemplo, o consumo depende bastante de fontes hidroelétricas, contado, em 2015, com 237 barragens com volumes consideráveis [6]. Mas, independentemente do tipo de produção de energia, a água não deixa de ser um recurso essencial uma vez que será sempre necessária para sistemas de refrigeração, razão pela qual qualquer central termoelétrica deve estar próximo de uma fonte de água. Da mesma maneira que a água é um recurso indispensável à produção de energia, na produção de água para consumo humano ou industrial, e respetivo transporte, também é necessária energia, revelando assim uma dependência intrínseca entre água e energia. A Figura 1.4 ilustra a interligação existente entre os dois processos.

Devido ao forte crescimento populacional e tecnológico que a humanidade tem vindo a registar nas últimas décadas e a referida dependência água-energia, prevê-se que, até 2035, o consumo energético venha a registar um aumento de 35% na demanda e, simultaneamente, um crescimento de 85 % no consumo de água, colocando uma cada vez maior pressão sobre os recursos hídricos finitos [7].

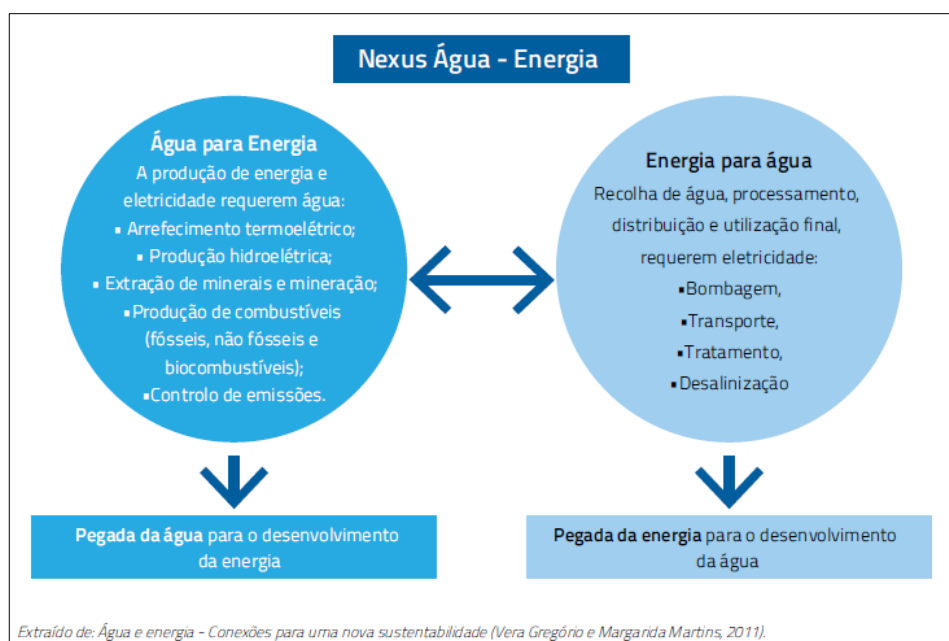


Figura 1.4 – Interligação ou "Nexus" Água-Energia [8].

Em 2017, já se estimava que cerca de 1.200 milhões de pessoas no mundo sofriam com a falta crónica de recursos hídricos e estima-se que até 2050 este número venha a aumentar para 5.000 milhões de pessoas. A água disponível por pessoa passou de 12.900 m³, em 1970, a 5.100 m³, em 2005 [9].

Na União Europeia, o setor das lavandarias conta com cerca de 11 000 espaços, que processam, aproximadamente, 2,7 mil milhões de kg de têxteis e podem consumir tanto quanto 42 milhões de metros cúbicos de água anualmente [10]. Vários projetos e estruturas têm vindo a ser desenvolvidos e implementados com o objetivo de otimizar os consumos de água e a respetiva produção de efluentes, podendo dizer-se que a Europa está na vanguarda da tecnologia, no entanto pode-se verificar que existe um grande consumo de água por parte desta indústria. Uma lavandaria consome principalmente quatro tipos de recursos: energia, água, produtos químicos e mão-de-obra. Atualmente a água não é o recurso mais dispendioso numa lavandaria, mas certamente o mais importante. Para além de providenciar um meio para que os agentes químicos reajam e as partículas contaminantes se desloquem, trata-se de um solvente universal para partículas hidrossolúveis.

1.2 Objetivos do Projeto

Perante a problemática anteriormente apresentada, espera-se que no futuro a água doce seja um recurso escasso, surgindo a necessidade de uma melhor gestão deste recurso. O trabalho desenvolvido na presente dissertação tem como objetivo a conceção de um sistema modular de poupança de água para implementação em ambientes comerciais, nomeadamente lavandarias, visando a máxima redução do consumo de água por parte do referido tipo de estabelecimentos. Desta forma, pretende-se projetar um dispositivo que trabalhe de forma autónoma para funcionamento em conjunto com máquinas de lavar roupa industriais, com capacidades entre os 9 a 25 kg. Não tendo a intenção de realizar qualquer tipo de alteração nas máquinas de lavar, a solução do problema passará pelo reaproveitamento da água residual produzida ao longo do ciclo de lavagem, denominada por “água cinza”, salientando a necessidade de garantir a qualidade de lavagem adequada.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação será dividida em quatro capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Projeto Mecânico e Considerações Finais. No primeiro capítulo será feito um enquadramento ao problema que se pretende solucionar, definidos os objetivos gerais deste trabalho e também apresentada a estrutura do documento. No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica realizada na recolha da informação necessária ao desenvolvimento deste trabalho. No quarto capítulo, é explicada a metodologia adotada no decorrer do projeto e apresentado o respetivo projeto mecânico do dispositivo concebido. Por último, no quarto capítulo, são descritas as conclusões obtidas no final do projeto, assim como as perspectivas para o futuro deste tipo de equipamento.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

Antes de dar início a todo o processo de desenvolvimento do produto, para que haja um melhor entendimento sobre o funcionamento do tipo de estabelecimentos em causa nesta dissertação, é necessário adquirir algum conhecimento sobre o equipamento utilizado em ambiente comercial para lavagem de roupa, assim como o respetivo processo de lavagem. De modo a evitar a redundância, daqui para diante o referido tipo de equipamento irá referir-se apenas como máquina de lavar. Nas seguintes secções, pretende-se também apresentar a metodologia adotada na realização deste projeto. Foram adotadas certas ferramentas e métodos com o intuito de auxiliar tanto no processo criativo de geração de soluções, como na estruturação das fases do projeto, sempre em busca da otimização do produto em função da sua utilidade. A partir desta informação é possível obter um melhor entendimento do problema em causa, bem como identificar possíveis formas de solucionar o problema.

2.1 Máquina de Lavar Industrial – Caracterização Geral

Embora as máquinas de lavar de carregamento de topo sejam ainda bastante comuns fora da Europa e apresentem vantagens, em termos de preço e manutenção, a verdade é que a maioria das máquinas industriais são máquinas de carregamento frontal. Os mecanismos presentes em estabelecimentos comerciais, como lavandarias de serviço ou lavandarias *self-service*, têm um funcionamento idêntico às máquinas presentes nos domicílios, exceto em termos de depósitos para os produtos químicos utilizados na lavagem e tratamento. Em máquinas para fins comerciais, a adição de produtos de lavagem, branqueamento e amaciamento são introduzidos no sistema através de sistemas doseadores, conectados ao sistema por portas de injeção apropriadas para cada produto. Os produtos químicos adicionados durante o ciclo de lavagem são: detergente, na fase de lavagem; cloro, na fase de branqueamento e amaciador, na fase de amaciamento. Nas seguintes secções será abordado e caracterizado o funcionamento generalizado deste tipo de máquinas de lavar roupa, assim como a água residual proveniente da lavagem, também denominada por “água cinza”.

2.1.1 Principais Componentes do Mecanismo

O princípio utilizado na lavagem da roupa nas máquinas de carregamento frontal modernas permanece o mesmo desde há décadas, enxaguar a roupa em água com produtos adicionados para facilitar a remoção de detritos sólidos, gorduras e componente orgânica ou infecciosa.

Uma vez que em ambiente comercial as máquinas encontram-se em constante funcionamento, estas são conectadas por tubulações a sistemas doseadores que introduzem as quantidades certas de cada produto químico em cada fase, de acordo com a informação recebida quanto ao ciclo de lavagem selecionado, eliminando a necessidade de reposição manual dos respetivos produtos cada vez que se dá início a um novo ciclo de lavagem. Sendo estes sistemas externos à máquina de lavar, não serão aqui abordados de forma detalhada. Estas máquinas são também equipadas com uma série de componentes que permitem o funcionamento automatizado do dispositivo. Alguns dos componentes comuns na maioria das máquinas de carregamento frontal comerciais são:

- **Tambor interior** – onde é depositada a roupa a ser lavada, sendo que este tem a sua parede cilíndrica perfurada, de modo a permitir a passagem de água mantida no tambor exterior, por sua vez estanque, e é movido através da ação de um motor elétrico e um conjunto de polias e correias;
- **Tambor exterior** – tem o tambor interior acoplado a si e é fixo à estrutura através de juntas flexíveis ou um sistema de suspensão para suportar a vibração induzida pela rotação do tambor interior;
- **Motor elétrico** – combinado com um conjunto de polias e correia, fornece a energia necessária ao movimento de rotação do tambor interior;
- **Contrapeso** – as máquinas são normalmente equipadas com um contrapeso no lado oposto ao motor elétrico de maneira a equilibrar o seu centro de massa, reduzindo consideravelmente a vibração induzida à estrutura;
- **Válvulas solenoides** – utilizadas no controlo da admissão e drenagem de água;
- **Bomba de água** – utilizada para circular a água no sistema ao longo de cada fase do ciclo de lavagem e para drenar a água no fim de cada fase;
- **Sistema de aquecimento** – para aquecimento da água à temperatura necessária;
- **Tubulações** – que permitem o deslocamento da água no sistema, tanto na admissão e recirculação de água como na drenagem;
- **Portas de injeção** – as máquinas comerciais são equipadas com portas de injeção para conectar os sistemas doseadores de produtos químicos ao sistema;
- **Sensores** – termostato para controlo da temperatura da água a um valor específico e sensores de peso para ajustar o funcionamento da máquina, em termos de quantidade de água a introduzir no sistema e velocidade de rotação, em função da carga introduzida na máquina;

- **Temporizador** – controla o tempo de funcionamento de cada componente em função da fase do ciclo de lavagem;
- **Placa de circuito impresso** – placa que controla toda a eletrônica do mecanismo ao longo de todas as etapas do ciclo de lavagem, incluindo realizar os ajustes necessários em função das condições de funcionamento.

2.1.2 Caracterização do Ciclo de Lavagem

Pré-Lavagem e Lavagem

A lavagem é realizada, essencialmente, através da agitação da roupa imersa em água, induzida através da ação combinada do movimento de rotação do tambor interior, cujo sentido de rotação vai sendo periodicamente alternado, e da gravidade. Depois de colocada a carga na máquina e dado início ao ciclo de lavagem, válvulas solenoides na admissão de água são abertas para encher os tambores de água e fechadas quando a informação enviada por um sensor indica o nível de água correto. Dependendo do programa de lavagem selecionado, a água introduzida no sistema pode ou não ser aquecida através de um elemento de aquecimento colocado na parte inferior do grupo de tambores, sendo o controlo da temperatura realizado através de um termostato. A lavagem a temperaturas altas pode danificar mais os tecidos, relativamente a lavagem com água fria, no entanto, a eficiência de lavagem dos produtos químicos aumenta com a temperatura.

Uma vez alcançados o nível de água e temperatura necessários, a carga é repetidamente elevada pelas pás existentes na parede interior do tambor rotativo, rodando a uma velocidade lenta, e deixada cair, por ação da gravidade, numa piscina de água rasa, como exemplificado na Figura 2.1. Este movimento força a mistura de água e detergente através das fibras do tecido de forma suave removendo a sujidade da roupa. Como é utilizada uma quantidade reduzida de água, é possível alcançar uma lavagem eficiente com um baixo consumo energético, causando pouco desgaste dos tecidos.



Figura 2.1 - Movimento da roupa no interior da máquina durante a lavagem [11].

Pode-se dizer que na verdade existem duas fases de lavagem, a de pré-lavagem e lavagem, em tudo idênticas exceto na quantidade de água utilizada. Uma vez terminada a fase da pré-lavagem, válvulas solenoides são abertas no sistema de drenagem e a água é escoada por gravidade para o esgoto, quanto que, uma vez que na fase seguinte a água residual já se encontra menos contaminada, no final da fase de lavagem a água é reaproveitada para a seguinte fase de branqueamento.

Branqueamento

Após a fase de lavagem, a água é mantida no sistema e é adicionado produto para realizar o branqueamento dos tecidos com o objetivo de manter a qualidade da cor, atuando na remoção de nódoas. Para tal, são utilizados agentes oxidantes, como, por exemplo, produtos à base de cloro, que reagem com os compostos orgânicos impregnados no tecido, quebrando as ligações químicas que os prendem ao material da roupa. Dada a elevada reatividade destes agentes face a compostos orgânicos, o branqueamento também desempenha um papel desinfetante durante a lavagem. No fim desta fase, válvulas solenoides no sistema de drenagem são abertas e a água escoada para o esgoto.

Enxaguamento

Com a lavagem e branqueamento efetuados, o processo passa à fase de enxaguamento para remover o resto da água contaminada ainda impregnada na carga. Nesta fase, a válvula solenoide do sistema de transmissão é aberta, deixando que água limpa volte a encher o tambor até ao nível necessário, e inicia-se novamente o movimento de rotação alternado, como exemplifica a Figura 2.2. De seguida, a água é drenada e repete-se o procedimento várias vezes, salientado que na última em que a roupa é enxaguada é realizado o último tratamento, o amaciamento. Para tal, são adicionados produtos químicos específicos para o efeito.



Figura 2.2 – Exemplo do processo de lavagem em máquina de carregamento frontal. Adaptado de [8].

Extração

Por último, a maior quantidade de água deve ser retirada da roupa, de maneira a facilitar o processo de secagem. Então, inicia-se a fase de extração por centrifugação a alta velocidade, o tambor interior é acelerado a uma velocidade tal que a força centrífuga atua sobre a restante água expelindo-a para o tambor exterior, através dos pequenos furos nas paredes cilíndricas do tambor interior.

2.1.3 Caracterização da Água Residual ou “Água Cinza”

Uma vez que o propósito do presente projeto assenta na poupança de água, a caracterização da água residual produzida na lavagem considera-se essencial. As lavandarias, nas operações de lavagem, branqueamento e amaciamento, geram grandes volumes de água residual. Nesta, encontra-se uma baixa concentração de matéria orgânica, para além de fibras de tecidos, detritos sólidos, detergente ou outros produtos químicos adicionados, sendo todos estes compostos suscetíveis de decomposição e mau cheiro [12]. Este tipo de água residual pode classificar-se como “água cinza”, muito por via da aparência turva da água, proveniente de qualquer tipo de efluente gerado num espaço doméstico, exceto o esgoto sanitário denominado como “água negra”, que possui uma concentração elevada de matéria orgânica e patogénica proveniente dos excrementos humanos [13] [14]. Sendo a “água cinza” um tipo de água residual considerada pouco contaminada, com o devido tratamento pode ser reutilizada para diversos fins. A sua reutilização tem dois aspetos benéficos: redução do consumo de água potável e redução do volume de água residual emitida, fatores que podem eventualmente refletir numa redução de custos operacionais de uma lavandaria.

2.2 Sistemas de Tratamento de Água

Como já referido, os desequilíbrios que se têm vindo a verificar no clima têm um forte impacto na disponibilidade de água em todo o mundo, obrigando a indústria a procurar formas de tornar as suas operações mais eficientes. Um dos métodos mais implementados é o de tratar e reutilizar a água consumida durante o processo industrial em causa, reduzindo não só a demanda de água potável, como também a produção de efluentes contaminados.

2.2.1 Estação de Tratamento de Água Residual (ETAR)

Uma estação de tratamento de água deste tipo é caracterizada por:

- **Pré-tratamento** – onde devem ser filtrados os detritos sólidos de maior dimensão, como cabelos, fiapos ou areia;
- **Separador água/óleo** – depois de filtrada a água, óleo não emulsionado é removido;
- **Tratamento físico-químico** – para separar a água de contaminantes como matéria orgânica solúvel, organismos patogénicos ou sólidos em suspensão e coloidais, é realizado um tratamento num reator/decantador com agentes coagulantes que ajustam o pH da solução, permitindo assim a sua fácil separação dos contaminantes. Depois de decantada, a água passa pelo último processo de desinfecção, podendo ser realizado através de adição de cloro ou utilizando um filtro UV.

Numa lavandaria comercial, o princípio de funcionamento deste sistema pode ser esquematizado como ilustrado na Figura 2.3.

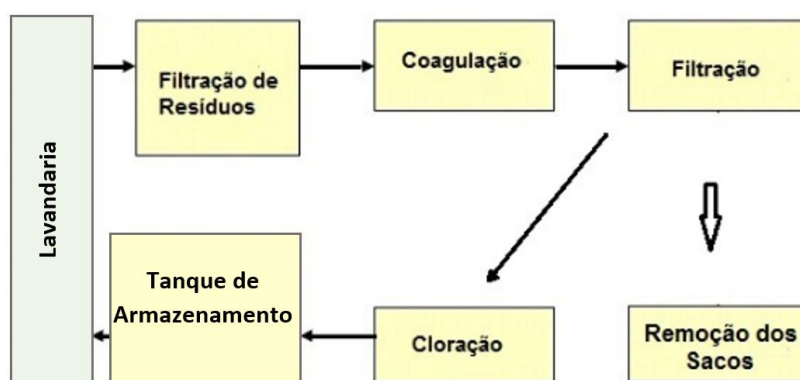
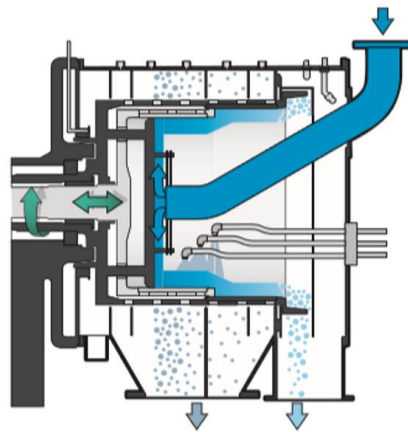


Figura 2.3 – Esquema de funcionamento estação de tratamento de “águas cinza” em lavandarias. Adaptado de [12].

2.2.2 Separadores por Centrifugação

Os sistemas de separação sólido-líquido têm um funcionamento idêntico ao sistema de uma máquina de lavar na sua fase de extração, um tambor interior rotativo com a sua parede cilíndrica perfurada gira a alta velocidade de forma a expelir a água para o tambor exterior estacionário, retendo os detritos sólidos no tambor interior, tratando-se de um processo contínuo [15], como exemplificado na Figura 2.4.



Separação sólido-líquido

Figura 2.4 – Exemplo do princípio de funcionamento de um separador sólido-líquido por centrifugação. Adaptado de [16]

Os separadores líquido-líquido baseiam-se no mesmo princípio de funcionamento, mas integrando um tambor interior, onde se dá a separação, compartimentado de modo a separar líquidos de diferentes densidades [17], como ilustrado na Figura 2.5.

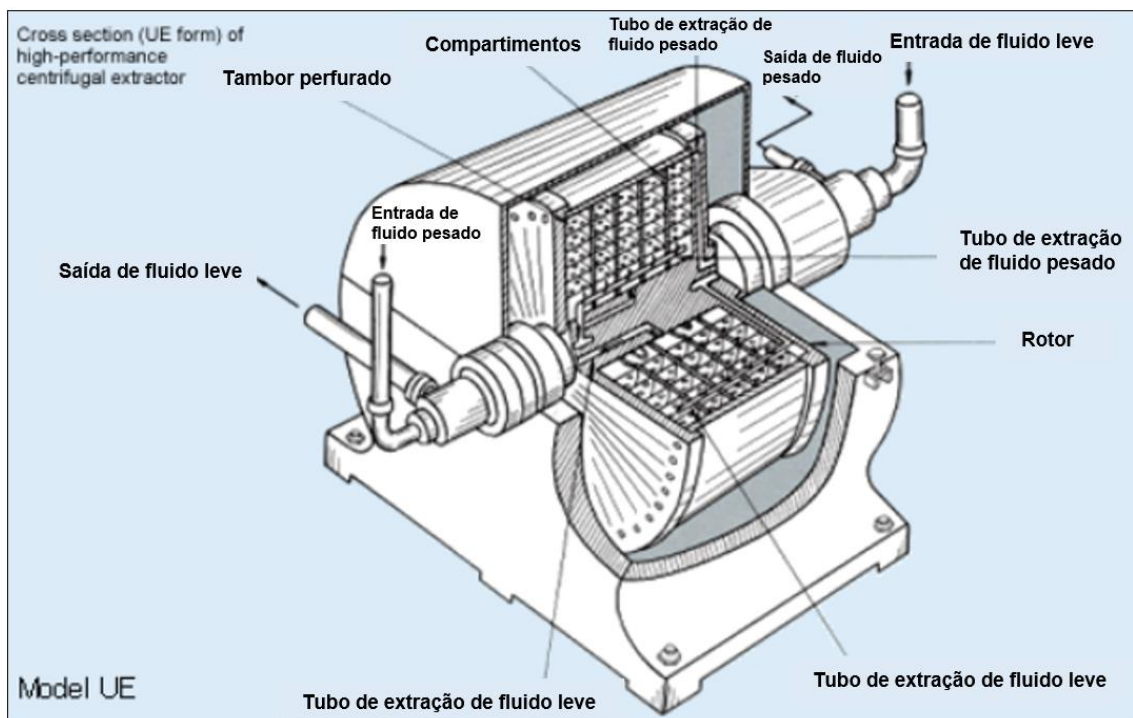


Figura 2.5 – Composição de um separador líquido-líquido. Adaptado de [18].

2.2.3 Filtros Industriais

Um tratamento adequado dos efluentes gerados é indispensável nas mais diversas indústrias. Existem no mercado inúmeras ofertas em termos de filtros industriais dependendo da sua aplicação, sendo que, nesta fase de revisão bibliográfica, o estudo irá focar-se apenas em filtros de água.

Mesmo dentro desta última categoria de filtros mencionada existe uma oferta variada em função da finalidade, podendo classificar-se de uma forma mais simplificada pelos seguintes: filtros simples, filtros duplos e filtros automáticos. Estes funcionam por aspiração/sucção ou por pressurização e são capazes de filtrar partículas sólidas em suspensão na água residual de forma bastante eficaz. A seleção adequada de um filtro de água pode depender de vários parâmetros, como a pressão de operação, o caudal volumico processado e a temperatura do fluido filtrado.

Dos três tipos de filtros referenciados, podem-se ainda destacar os filtros automáticos, com os quais é possível uma operação integrada em sistemas automáticos, sem intervenção humana, onde não são necessárias interrupções de manutenção regulares, uma vez que são dotados de um sistema de retro lavagem integrado e uma vida útil prolongada, permitindo assim numa otimização do processo com uma redução dos custos operacionais [19]. A Figura 2.6 ilustra a sequência de operações deste tipo de filtros.

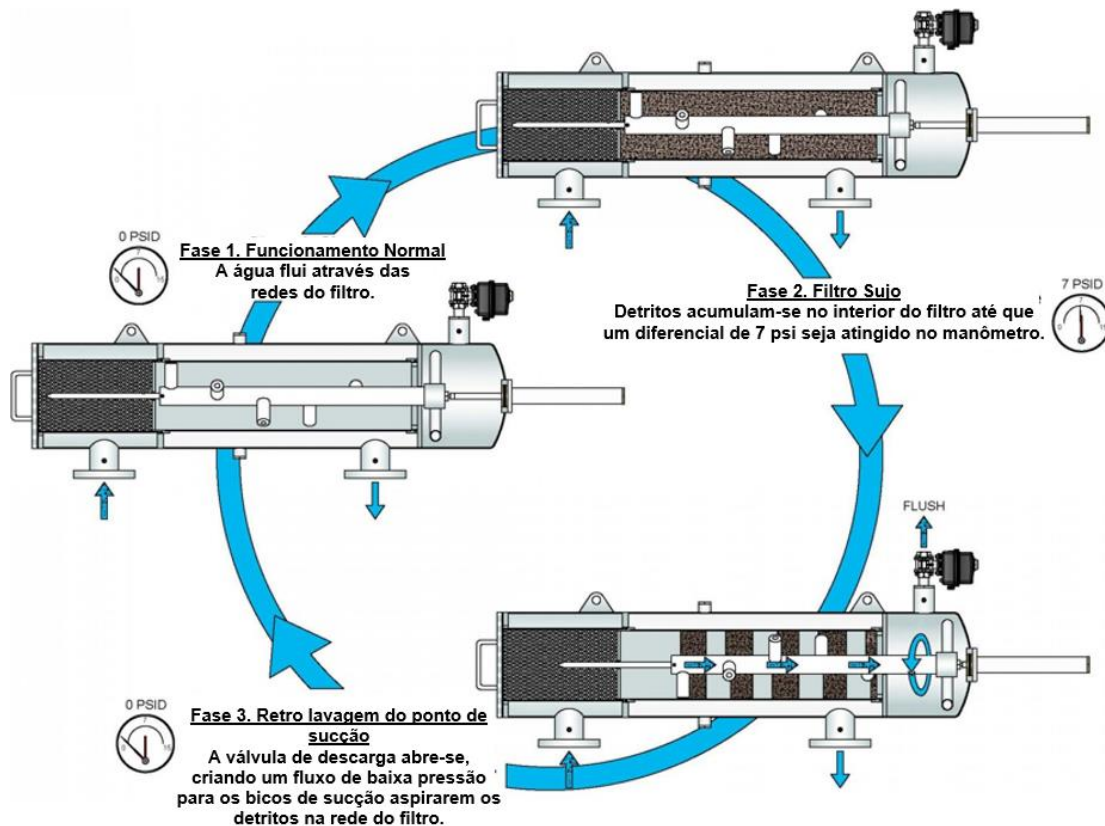


Figura 2.6 – Sequência de operações de um filtro de água automático. Adaptado de [20].

2.3 Ferramentas de Apoio à Decisão

No decorrer deste projeto, recorreu-se vários princípios e metodologias de projeto com o intuito de as aplicar no apoio à tomada de decisão, podendo destacar-se os seguintes: Teoria Axiomática de Projeto; *Product Design and Development*; *Design for Environment* e *Industrial Design*. Nesta secção será feita uma breve exposição destas ferramentas de maneira a dar um melhor entendimento sobre as mesmas e de que modo é que estas foram aplicadas ao longo do presente trabalho.

2.3.1 *Product Design and Development*

O presente projeto visa a conceção e desenvolvimento de um produto, pelo que se espera estabelecer uma estrutura sequencial de tomada de decisões através de processos de desenvolvimento de produto sugeridos pelo método providenciado em *Product Design and Development* [21]. Dependendo do tipo de produto que se está a conceber, devem ser tomadas diferentes abordagens. No caso do presente projeto, o objetivo não é desenvolver um produto fundamentalmente novo, ou seja, uma nova plataforma onde é aplicada uma tecnologia previamente inexistente, mas sim conceber um produto com uma nova configuração recorrendo à tecnologia disponível no mercado, podendo assim ser definido como um produto derivado de produtos existentes. Genericamente um processo de desenvolvimento de produto consiste em seis fases distintas, como indicado na Figura 2.7, e funciona como um sistema de processamento de informação, onde em cada fase se inicia com um conjunto de *inputs*, como os objetivos, oportunidades ou tecnologias disponíveis na fase de planeamento, e, através de determinadas atividades-chave, a informação é processada finalizando cada fase com um conjunto de *outputs* que servirão de base para o início da fase seguinte.

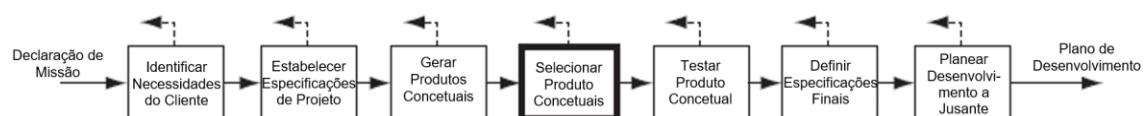


Figura 2.7 – Processo de desenvolvimento de produto genérico. Adaptado de [21].

2.3.2 Teoria Axiomática de Projeto

A “Teoria Axiomática de Projeto” trata-se não tanto de uma teoria, mas sim de um método de projeto generalizado, onde o projeto é definido como a interligação entre “o que se pretende alcançar” e “como é possível alcançá-lo” [22]. O processo de desenvolvimento é definido por domínios interligados, como representado na Figura 2.8, onde o projetista tenta alcançar os objetivos do projeto, definidos pelas especificações de projeto, constituídas por *requisitos* e *constrangimentos funcionais*, através de uma combinação apropriada de funções e capacidades, traduzidas pelos *parâmetros funcionais*. Esta metodologia terá sido implementada com o objetivo de projetar um produto modular, mantendo a independência entre requisitos funcionais e minimizando a quantidade de informação associada ao projeto.

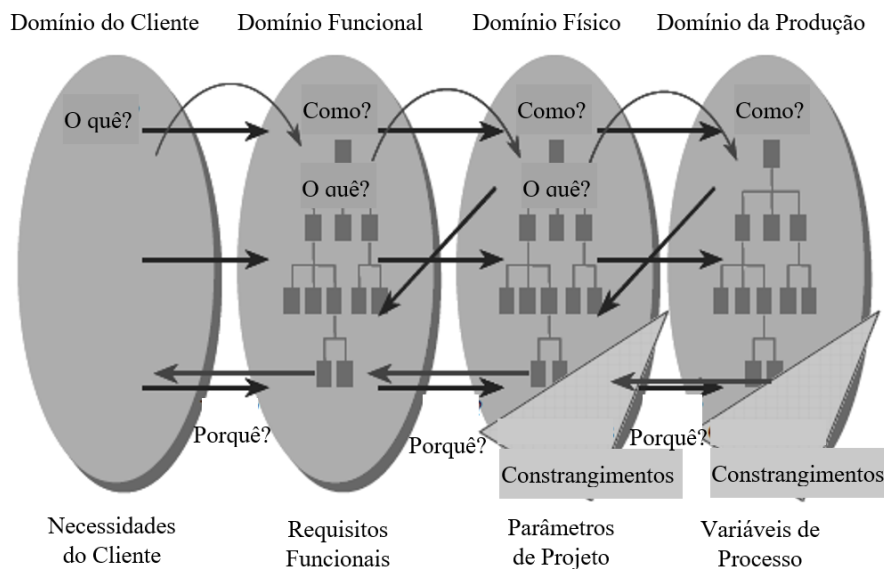


Figura 2.8 – Relação entre os diferentes domínios da Teoria Axiomática de Projeto. Adaptado de [22].

Segundo esta teoria, a informação obtida no domínio do cliente, onde são identificadas as necessidades do cliente, traduz-se através de um conjunto de *requisitos funcionais* (RF's), ou seja, as propriedades que o objeto a projetar deve possuir com vista à satisfação de uma necessidade, operando primeiro no espaço funcional da solução. Seguidamente, para que seja possível atingir os requisitos definidos no *domínio funcional*, é necessária uma transposição para o *domínio físico*. De maneira a que isto seja satisfeito, a cada um destes requisitos deve ser atribuído o respetivo *parâmetro de projeto* (PP's). Além disso, o objeto deve ainda respeitar certos *constrangimentos funcionais* (CF's), que podem ser definidos como a representação dos limites de certas características da solução, seja do ponto de vista funcional, material ou estético. Uma vez definido o conjunto de objetos que irão traduzir as funcionalidades necessárias para o espaço físico, é necessário pensar na forma de obter tal objeto.

No *domínio da produção* dá-se então a resposta a esta questão através de um conjunto de *variáveis de processo* que irão definir de que forma se poderá obter cada *parâmetro de projeto*, tomando sempre em consideração qualquer possível constrangimento.

Toda a informação gerada ao longo deste processo de síntese culmina num projeto e, embora em engenharia o processo de conceção se trate, naturalmente, de um processo científico, é também um ato criativo, pelo que existem inúmeras maneiras distintas de alcançar o mesmo resultado. Um bom projeto de engenharia tem como objetivo dar uma resposta adequada a um problema identificado através de uma necessidade da maneira mais eficiente. Na análise das soluções concebidas, uma abordagem axiomática pode providenciar um conjunto de princípios úteis na avaliação do projeto. Os axiomas enunciados na Teoria Axiomática de Projeto são apenas dois e tratam-se de conceitos relativamente simples e dizem o seguinte [23]:

Axioma 1: *Axioma da Independência*

Deve ser mantida a independência entre requisitos funcionais (RF's)

Axioma 2: *Axioma da Informação*

A quantidade de informação contida no projeto deve ser minimizada.

2.3.3 *Design for Environment*

Qualquer produto tem um impacto ambiental, seja quando é fabricado, transportado ou no seu fim de vida. Os impactos ambientais que um produto provoca podem incluir: consumo energético e de recursos naturais; emissões gasosas para o meio ambiente; geração de resíduos, líquidos e sólidos. A metodologia adotado pelo *Design for Environment* tem como objetivo providenciar ferramentas que permitam minimizar estes impactos numa tentativa de desenvolver uma sociedade mais sustentável [21]. Numa fase inicial do processo de desenvolvimento deste projeto, estas ferramentas poderão vir a ser implementadas com o objetivo de estabelecer uma configuração concetual que minimize o impacto ambiental provocado pelo funcionamento de lavandarias consumidoras de grandes volumes de água e geradoras de elevadas quantidades de resíduos líquidos.

O processo de desenvolvimento do *Design for Environment* consiste em sete passos, que poderão ser repetidos numa fase de otimização:

1. Definir as motivações e objetivos;
2. Identificar potenciais impactos ambientais;
3. Selecionar as diretrizes do projeto;
4. Aplicar as diretrizes do projeto ao *design* do produto inicial;
5. Avaliar os impactos ambientais;
6. Otimizar *design* do produto para reduzir ou eliminar os impactos ambientais;
7. Avaliar o processo e resultados.

2.3.4 *Industrial Design*

Uma vez que se espera projetar um produto para fins comerciais, a metodologia do *Industrial Design* poderá fornecer ferramentas visando o processo de desenvolvimento do produto, nomeadamente na identificação das necessidades do cliente, concetualização, otimização e avaliação da qualidade com o objetivo de produzir um produto concetual com especificações que otimizem a sua funcionalidade, e valor no mercado. As ferramentas oferecidas por este método no desenvolvimento de produtos caracterizados por uma grande interação entre produto e utilizador permitem alcançar melhores resultados em aspetos ergonómicos e estéticos do produto [21].

Capítulo 3 - Projeto Mecânico

Com um melhor entendimento do enquadramento do problema, de modo a produzir uma solução para o problema identificado com aplicabilidade prática em ambiente comercial, o presente trabalho deve basear-se numa situação real, pelo que as instalações e funcionamento da empresa *Metelo* serão tomados em consideração como caso de estudo. Uma vez recolhida toda a informação relevante ao projeto, estamos então em posse de dados suficientes para encontrar uma solução que seja capaz de satisfazer as necessidades identificadas de forma adequada. Neste capítulo, pretende-se expor de forma detalhada todo o processo de desenvolvimento do presente projeto. O caso de estudo considerado é transcrito para o projeto através da identificação das necessidades do cliente, definido concretamente o problema a solucionar e os objetivos do projeto. Com auxílio das ferramentas de apoio enunciadas no capítulo anterior, o projeto será dividido em cinco fases: identificação das necessidades do cliente, identificação das especificações de projeto; fase concetual; avaliação das soluções geradas e projeto de pormenor.

3.1 Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto serão inicialmente consideradas as características de funcionamento de uma lavandaria real através do caso de estudo apresentado no capítulo seguinte. Uma vez que o presente trabalho passa pela conceção e desenvolvimento de um produto, a metodologia adotada no decorrer deste projeto baseia-se, fundamentalmente, nos princípios propostos em *Product Design and Development*. Estes conceitos poderão não só auxiliar no planeamento do projeto, definindo as diferentes fases de desenvolvimento do produto ao longo do projeto e estabelecendo os respetivos objetivos, como também na avaliação do processo e otimização do produto. Desta forma, o projeto mecânico pode dividir-se em cinco fases: identificação das necessidades do cliente, definição das especificações de projeto, fase de geração concetual ou geração de soluções concetuais, avaliação das soluções geradas e projeto de pormenor. Dentro da mesma lógica de aplicação da anterior ferramenta de apoio à decisão, os princípios do *Industrial Design* serão também aplicados ao longo das referidas fases do projeto mecânico. Irá ainda recorrer-se à Teoria Axiomática de Projeto ao longo da fase concetual, em modo de auxílio na geração de soluções concetuais.

3.2 Caso de Estudo

O presente projeto será realizado em parceria com a empresa *Metelo*, situada na Terrugem, Sintra, no âmbito dos desafios promovidos pela iniciativa CROSSIDEA. Como tal, as suas instalações e o seu funcionamento serão tomados como exemplo com o objetivo de desenvolver um projeto conceptual de um sistema poupança de água aplicado em lavandarias comerciais ou industriais, com ou sem atendimento ao público (recolha ao cliente), para máquinas de lavar roupa de pequena e média capacidade.

Em visita às instalações da empresa foram identificadas duas máquinas de carregamento frontal, uma com 25 kg de capacidade e outra com 14 kg de capacidade, cujos consumos de água para um ciclo de lavagem, cuja duração é de 1h30, são apresentados na Tabela 3.1. O fluxo de água ao longo de um ciclo é ilustrada na Figura 3.1, onde se pode realçar que no final de cada fase, excetuando na fase 2 (lavagem), em que a água é mantida para a fase seguinte (branqueamento) a água introduzida é retirada por gravidade através de tubagem de diâmetro variável, dependendo da máquina, para o esgoto.

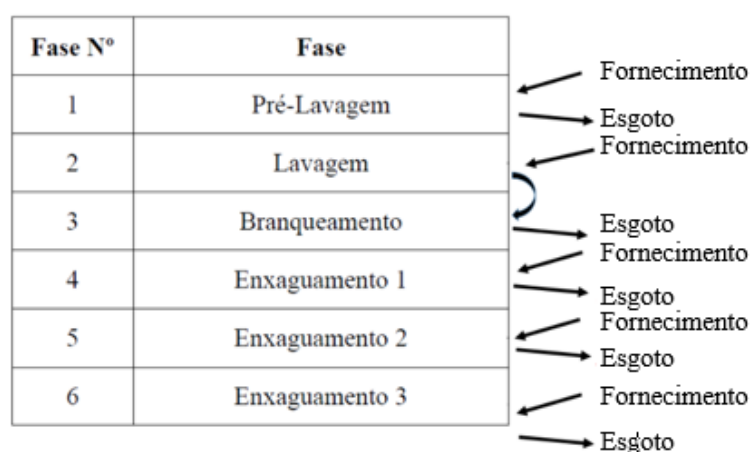


Figura 3.1 – Fluxo de água ao longo de um ciclo de lavagem.

O fornecimento de água às respetivas máquinas é realizado através de entradas com $\frac{3}{4}$ " de diâmetro a uma pressão de, no mínimo, 2 bar e, idealmente, a 4 bar, com recurso a um tanque de 1000 L de capacidade. A adição dos produtos químicos necessários é feita através de um sistema doseador abastecido dos diversos produtos utilizados na lavagem, branqueamento e amaciamento.

Tabela 3.1 – Consumo de água estimado das máquinas de lavar na lavanderia da empresa *Metelo*, em litros.

Fase	Tratamento	Tipo de Água	Máquina 25 kg	Máquina 14 kg	
1	Pré-lavagem	Quente c/ detergente	82	45	
2	Lavagem	Quente c/ detergente	47	26	
3	Branqueamento	Quente c/ detergente e cloro	47	26	
4	Enxaguamento	Fria	78	43	
5	Enxaguamento	Fria	78	43	
6	Amaciamento	Fria c/ amaciador	65	36	
Total (L)			350	193	543

Uma outra componente importante ao desenvolvimento do projeto e que afeta fortemente o posterior tratamento da água residual é a composição química dos produtos adicionados durante o ciclo de lavagem. A Tabela 3.2 indica o tipo de produto adicionado em cada fase do ciclo de lavagem e a respetiva composição química relevante.

Tabela 3.2 – Produtos químicos adicionados em cada fase do ciclo de lavagem e respetivos constituintes relevantes.

Pré-Lavagem	Clax 100 Clax Build	<p><u>Constituintes perigosos Clax 100:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alquil álcool etoxilado (64425-86-1): 15-30 % • Alquil álcool etoxilado (68213-23-0): 5-15 % • Propano-2-ol (67-63-0): 5-15 % • Alquil álcool etoxilado (64425-86-1): 5-15 % • Alquil álcool alcoxilato (111905-54-5) < 5 % • Tensoativos não-iónicos: ≥ 30 % <p><u>Constituintes perigosos Clax Build:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidróxido de sódio (1310-73-2): 15-30 % • Policarboxilatos: < 5 %
Lavagem	Clax 100 Clax Build Clax Profi Forte	<p><u>Constituintes não perigosos Clax Profi Forte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alquil álcool etoxilado (68213-23-0): 10-20 % • Metassilicato de dissódio/dipotássio: 3-10 % • Mistura iónica de ácido benzenossulfónico, derivados mono-C10-12-alquilo, sais de potássio: 3-10 % • Hidróxido de potássio: 0,1-1 % • Hidróxido de sódio: 0,1-1 %
Branqueamento	Clax Hypo	<p><u>Constituintes perigosos Clax Hypo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hipoclorito de sódio (7681-52-9): 5-15 % • Hidróxido de sódio (1310-73-2): < 5 % • Agentes de branqueamento à base de cloro: 5-15 % • Fosfonatos: < 5%
Enxaguamento	Clax Personril	<p><u>Constituintes não perigosos Clax Personril:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Peróxido de hidrogénio: 15-30 % • Ácido acético: 5-15% • Ácido peracético: 5-15%

Considerando que num ciclo são utilizadas as duas máquinas disponíveis à sua capacidade máxima e que em época alta são realizados uma média de dez ciclos por dia, esta lavandaria tem um consumo médio diário em época alta de 5.430 L de água. Segundo os dados fornecidos pela empresa *Metelo*, mensalmente uma média de 8 toneladas de roupas são tratados, que, aos preços em vigor para fornecimentos não-domésticos (1,7846 €/m³) [24], equivale a um gasto anual de aproximadamente 5.000 € em consumo de água.

3.3 Definição das Especificações do Projeto

Antes de passar à fase de geração de soluções concetuais, o problema deve ser formalmente definido através de um conjunto de *especificações* às quais o objeto a projetar deve obedecer. Dá-se início a este processo a partir da identificação das necessidades do cliente, onde a informação é expressa em termos ainda pouco explícitos quanto à maneira como o produto se irá desenvolver. Dada a fraca clareza da informação, o projetista deve ser capaz de a interpretar corretamente no sentido de oferecer o melhor benefício possível. Para tal, é estabelecido um conjunto de *especificações* que descrevem precisamente o que o produto tem de cumprir, em termos mensuráveis. Uma *especificação* é definida através de uma *métrica*, ou seja, a característica que o produto deve possuir para satisfazer certa necessidade, e o seu respetivo *valor e unidade de medida*. No entanto, por vezes pode não ser possível traduzir uma necessidade através de uma métrica quantificável, sendo nestes casos considerado o valor como *subjetivo*.

3.3.1 Identificação das Necessidades do Cliente

O processo de identificação das necessidades do cliente é uma parte integral do processo de desenvolvimento de produto e está intimamente relacionado com a geração concetual, seleção do conceito, avaliação comparativa de competitividade e estabelecimento das especificações de produto [21]. Nesta fase inicial do projeto, é importante que o projetista mantenha um contacto próximo com o cliente, assim assegurando que o produto é desenvolvido com foco nas necessidades do mesmo. A satisfação de uma necessidade é essencial em qualquer tipo de produto de forma a que o produto seja capaz de oferecer um benefício ao consumidor ou utilizador. A partir de várias conversas informais com a empresa *Metelo* foi possível identificar certas oportunidades, algumas menos evidentes, como, por exemplo, a possibilidade de aproveitar a reutilização da água residual também no sentido de uma eventual poupança em produtos químicos de lavagem, assim como expor certas necessidades e constrangimentos do projeto. Efetivamente este contacto revelou-se fundamental tanto para a construção de uma base de informação para o desenvolvimento do produto, como na justificação das especificações do produto final.

Toda esta informação fornecida deve então ser interpretada em termos de necessidades do cliente, podendo ser inicialmente expressa através da seguinte *declaração da missão*:

“O produto a desenvolver tem como propósito central a poupança de água durante o processo de lavagem de roupa em lavandarias comerciais, com ou sem atendimento ao público. Este dispositivo deve ser capaz de providenciar uma redução no consumo de água associado ao tipo de estabelecimentos referido, sem incorrer num aumento substancial do consumo energético, uma vez que, do ponto de vista comercial, o consumo energético é prioritário relativamente ao consumo de água devido ao seu maior custo associado. Naturalmente, a qualidade da lavagem deve ser preservada e o sistema apto para garantir, a todo o momento, a disponibilidade de água para fornecimento às máquinas de lavar. O desenvolvimento deste projeto tem ainda o objetivo de conceber uma solução modular para adição em lavandarias comerciais, pelo que a dimensão de implantação também deve ser proporcional ao espaço disponível nestes estabelecimentos.”

Processando toda esta informação em bruto é então possível definir as necessidades do cliente identificadas na Tabela 3.3, onde é também indicada a classificação de 1 a 3 em termos de importância da necessidade, sendo 3 a necessidade mais prioritária:

Tabela 3.3 – Lista de necessidades do cliente e o seu respetivo nível de importância.

Necessidade Nº	Necessidades do Cliente	Importância
1	Poupar água	3
2	Assegurar a disponibilidade de água	2
3	Garantir a qualidade de lavagem	3
4	Funcionamento autónomo	1
5	Solução modular para adição em espaço comercial	2

A acrescentar à informação já referida, o produto é ainda sujeito a certas limitações, tanto funcionais como dimensionais, devendo respeitar os seguintes constrangimentos:

Tabela 3.4 – Lista de constrangimentos funcionais.

Constrangimento Nº	Constrangimentos
1	Consumo energético
2	Caudal volúmico processado
3	Dimensão de implantação

3.3.2 Especificações do Projeto

Após uma análise da informação recolhida sobre o funcionamento e características do estabelecimento tomado como caso de estudo neste projeto, nomeadamente sobre os consumos identificados na Tabela 3.1 e outras informações fornecidas, foi possível obter o conjunto de especificações no sentido de satisfazer as necessidades anteriormente identificadas. Na Tabela 3.5 são indicadas as respetivas especificações, relacionando com os dados obtidos a partir da recolha de informação inicial e novamente classificados de 1 a 3, em termos de importância.

Tabela 3.5 – Lista de especificações de projeto e respetivo nível de importância.

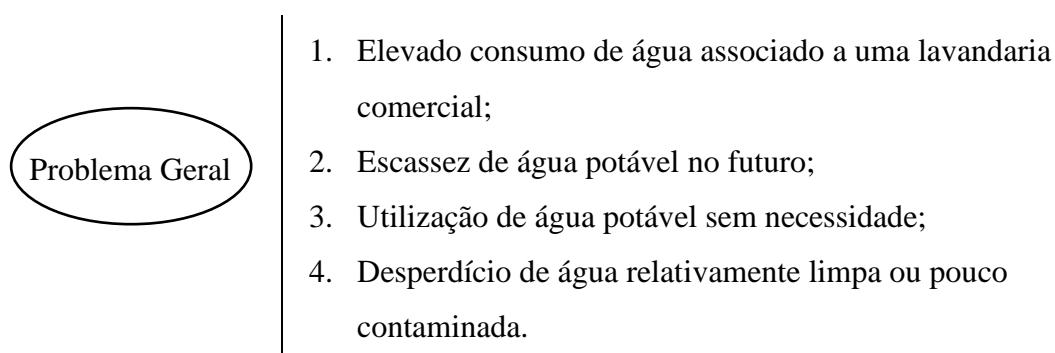
Necessidade Lavandaria			Especificação do Produto			I
Consumo de Água	≤	600 L / ciclo	Capacidade de Fornecimento	≥	400 L / hora	2
Consumo Instantâneo de Água	≤	127 L	Volume Tanque de Armazenamento	≥	130 L	3
Diâmetro Tubagem de Esgoto Máquinas	=	75 e 90 mm	Calha de Receção de Água Residual			2
Volume Instantâneo de Água Residual Produzido	≤	127 L	Volume Calha de Receção	≥	130 L	3
Pressão de Fornecimento de Água	=	2 - 4 bar	Pressão Bomba de Fornecimento	≥	3 bar	2
Diâmetro Tubagem de Fornecimento	=	3/4 “	Diâmetro Conduta de Fornecimento	=	3/4 “	3
Tempo Mínimo entre Fases	≥	5 min	Tempo de Drenagem da Calha de Receção	≤	5 min	2
Poupar Água			Redução do Volume de Água Consumido	≥	20 %	3
Funcionamento Autónomo			Controlador Lógico Programável (PLC)			1
Solução Modular para Adição em Lavandarias			Dimensão de Implantação	≤	2x2x2 m	2

3.4 Fase Concetual

Nesta fase, procura-se conhecer as propriedades que o dispositivo deve possuir, de forma a satisfazer as necessidades identificadas. Embora já estejamos na posse de informação quantificada sobre certas características do funcionamento da máquina, ainda não é sabido “como” se irá obter tal funcionalidade. Através da *decomposição do problema* e da definição das necessidades anteriormente identificadas, chega-se à *decomposição funcional* do produto, sendo então possível começar a definir princípios de funcionamento adequados. Numa fase concetual do projeto, pretende-se gerar um certo número de soluções, com a respetiva descrição aproximada da tecnologia, dos princípios de funcionamento e da eventual forma do produto. É desejável que se elaborem várias alternativas com distintos conceitos e princípios de funcionamento para posteriormente se passar à fase de avaliação através de critérios definidos. No entanto, também não se pretende tornar a fase concetual mais extensa que o projeto de pormenor, pelo que o número de soluções geradas deve ser adequado. Nas subsecções seguintes pretende-se expor a metodologia adotada na definição dos objetivos e funcionalidades do produto. À luz do que será então definido como a decomposição modular do dispositivo, serão então apresentadas as oito soluções concetuais geradas nesta fase do projeto.

3.4.1 Definição do Problema e Objetivos do Projeto

Antes de passar à fase concetual, deseja-se clarificar o problema através de uma abordagem estruturada, de maneira a simplificar o problema complexo em pequenos problemas simples. Decompondo o problema geral é possível definir a composição funcional do produto. Portanto, uma vez que os objetivos do produto passam por reduzir o consumo de água associado a lavandarias, conceber uma solução modular para adição nestes mesmos estabelecimentos, garantindo a qualidade de lavagem, o problema geral em que este projeto se foca pode ser decomposto da seguinte maneira:



Os objetivos do projeto podem então ser expressos em termos da funcionalidade do produto, sendo as necessidades identificadas na Tabela 3.3 traduzidas como expresso na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Decomposição funcional do produto.

Necessidade N°	Funcionalidade
1	Recuperar e/ou tratar a água residual
2	Armazenar água
3	Controlar a qualidade da água armazenada
4	Automatizar funcionamento

No decorrer deste processo o projetista pretende ir ao encontro dos objetivos do projeto através da combinação e alocação das funções e capacidades apropriadas. Procurando um desenvolvimento metodológico do projeto, recorreu-se à Teoria Axiomática de Projeto em modo de ferramenta de auxílio tanto no processo criativo da conceção de diferentes soluções como também na análise comparativa entre soluções geradas na presente fase. O método é definido com um inter-relacionamento entre o que se deseja obter e como o atingir, procurando o maior nível de independência entre funções com a solução com o menor nível de complexidade e informação inerente, tendo sido aplicado com o objetivo de traduzir as necessidades do cliente em características que o mecanismo deve possuir de uma forma estruturada. Resumidamente, os princípios de funcionamento das soluções geradas na fase concetual foram as seguintes:

Tabela 3.7 - Princípios de funcionamento propostos para as respetivas soluções.

×	Redução do consumo de água da máquina de lavar. <u>Necessidade de um produto modular para adição em lavandarias;</u>
×	Reutilização da água residual para outros fins. <u>Inexistência de outra fonte de consumo de água na quantidade produzida;</u>
1.	Reutilização da água residual c/ tratamento avançado em circuito fechado (ETAR);
2.	Reutilização da água residual de fases menos contaminadas s/ tratamento;
3.	Reutilização da água residual de fases menos contaminadas c/ tratamento simples;
4.	Reutilização da água residual c/ tratamento simples (variante com desinfecção);
5.	Reutilização da água residual c/ tratamento simples seletivo;
6.	Reutilização da água residual c/ separação através de centrifugação;
7.	Lavagem em contracorrente s/ tratamento;
8.	Lavagem em contracorrente c/ tratamento simples.

3.4.2 Composição Modular do Produto

Após a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre diferentes tecnologias aplicadas em soluções existentes no mercado, foi possível gerar a lista de princípios de funcionamento exposta na Tabela 3.7. Das soluções elaboradas, podem-se categorizar em dois grupos principais: reutilização com tratamento da água e reutilização sem tratamento. De maneira a obter uma base para a conceção das soluções, optou-se por decompor a funcionalidade do dispositivo a partir de uma espécie de *caixa negra*, onde são representados certos *inputs* do sistema e o seu respetivo *output*. Na Figura 3.2 é ilustrada esta *caixa negra* com os respetivos fluxos de energia, material e sinal.

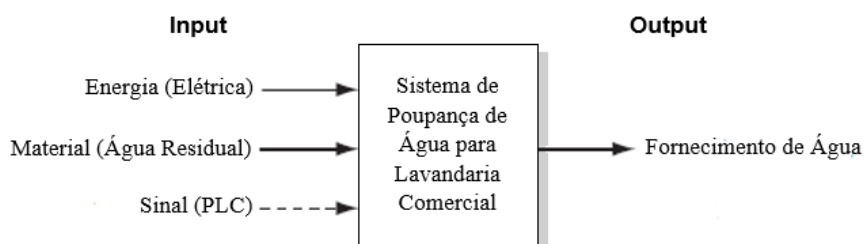


Figura 3.2 – Caixa negra inicial.

De seguida, dá-se a decomposição funcional do dispositivo dividindo a *caixa negra* em subfunções de maneira a elaborar uma descrição mais específica relativamente à funcionalidade de cada elemento do produto, no sentido de implementar a funcionalidade geral do mesmo. Na Figura 3.3 é representado o diagrama funcional inicial do sistema. De salientar que o modelo representado ilustra o tipo de solução sem tratamento. No caso das soluções com tratamento, verifica-se a adição de mais uma fase no fluxo de material referente ao tratamento.

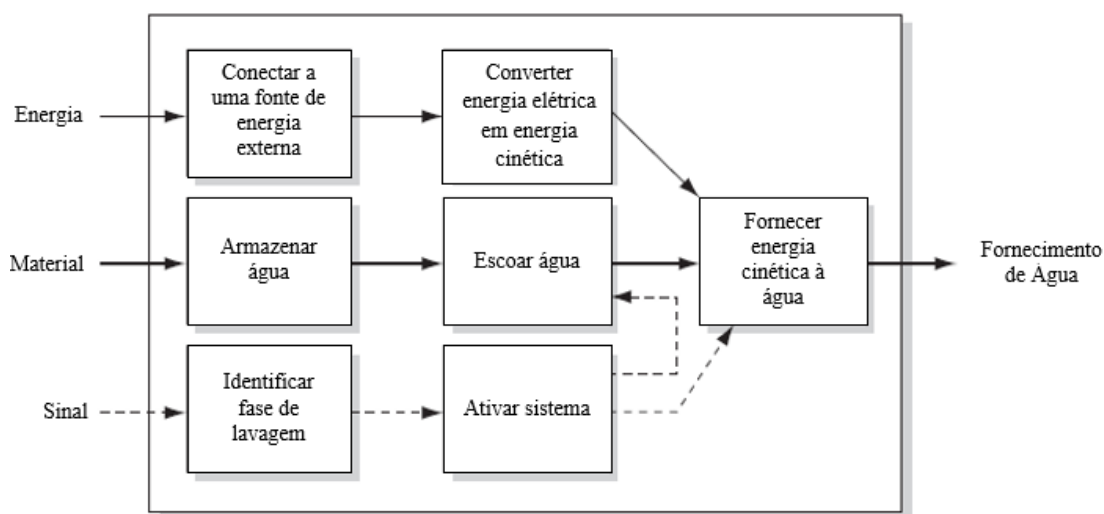


Figura 3.3 – Diagrama funcional do dispositivo a partir da sua decomposição funcional.

3.4.3 S1 - Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)

A partir da informação sobre o funcionamento geral do dispositivo obtida até esta fase, a primeira solução concetual gerada trata-se da solução mais complexa, reaproveitando, no entanto, quase completamente a água residual produzida, baseando-se nos princípios da coagulação, floculação e desinfecção para o tratamento da água através da adição de agentes químicos específicos num reator físico-químico. De acordo com os princípios propostos pela teoria axiomática, as funcionalidades desta solução podem-se dividir como representado na Figura 3.4.

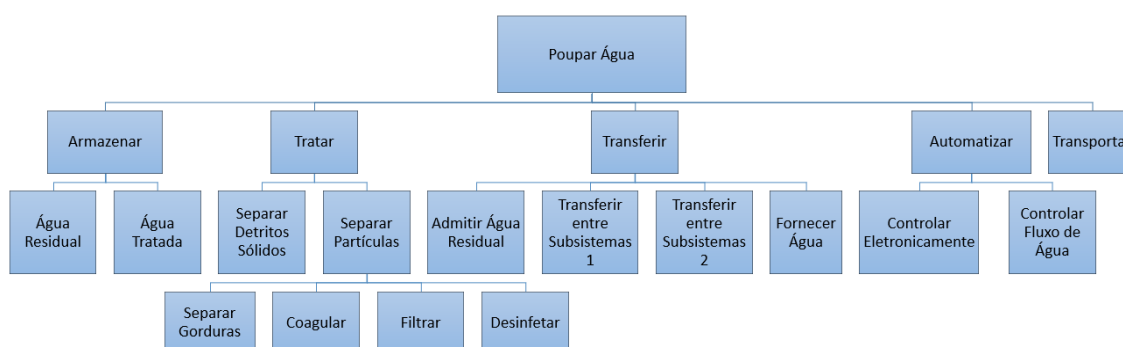


Figura 3.4 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n.º1.

Sendo então as necessidades funcionais transcritas para o espaço físico através dos componentes identificados na Figura 3.5.

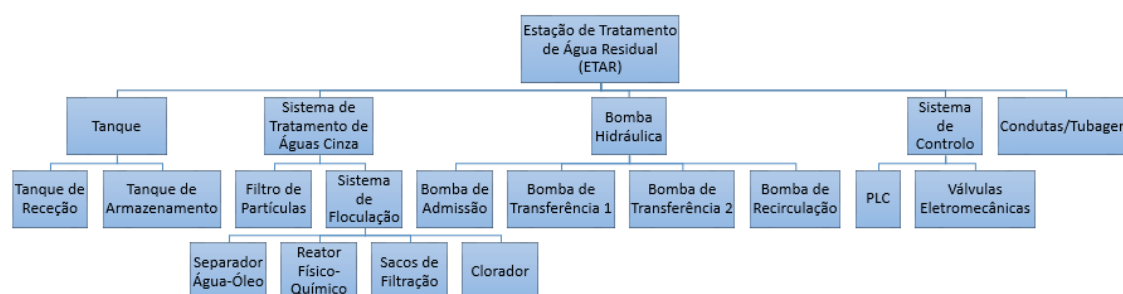


Figura 3.5 - Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n.º1.

Na Figura 3.6 é esquematizado o diagrama funcional e o respetivo fluxo de água através do sistema.

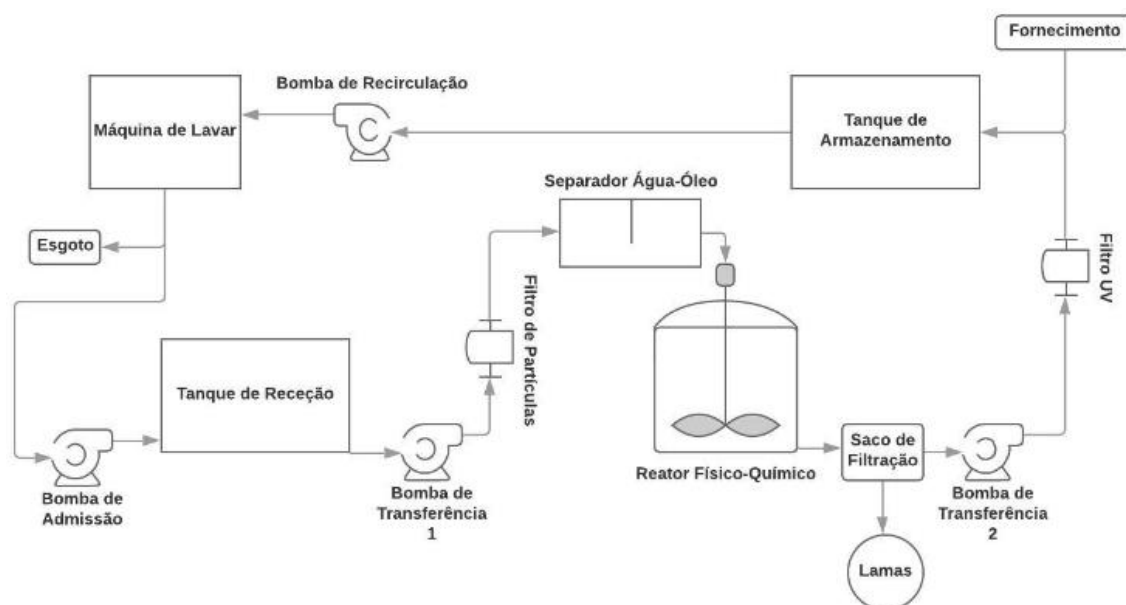


Figura 3.6 – Diagrama funcional e respetivo fluxo de água no sistema, solução nº1

3.4.4 S2 - Módulo de Recirculação de Água s/ Tratamento

Em contraste com a anterior, a segunda solução obtida trata-se da mais simples, recorrendo ao menor número de componentes e processos. Nesta, a água menos suja é reutilizada através de um sistema de recirculação apenas composto por tanques e bombas, sem recorrer a nenhum tipo de tratamento. Na Figura 3.7 é representado a árvore de requisitos funcionais da solução.

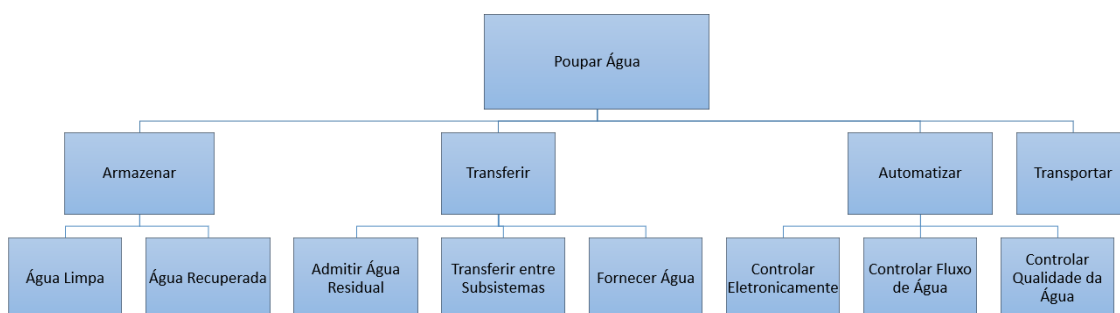


Figura 3.7 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n.º2.

E na Figura 3.8 a resposta aos respetivos requisitos.

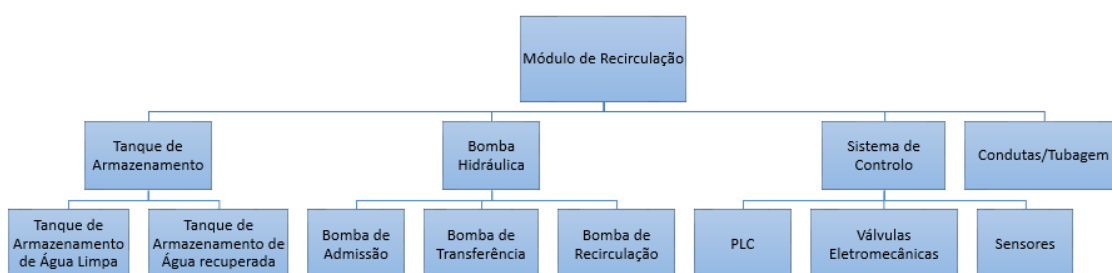


Figura 3.8 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n.º2.

Na Figura 3.9 podemos ver o fluxo de água através do sistema de recirculação.

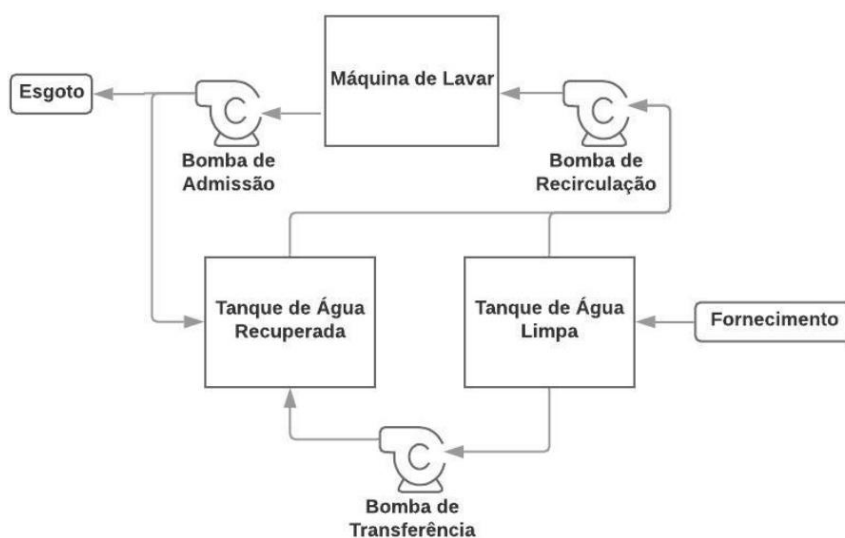


Figura 3.9 – Diagrama funcional e respetivo fluxo de água no sistema, solução n.º2.

3.4.5 S3 - Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento Simples

Na terceira solução gerada, a configuração é similar à anterior, sendo adicionadas funções de tratamento de água, como é possível verificar na Figura 3.10, possibilitando um maior reaproveitamento de água.

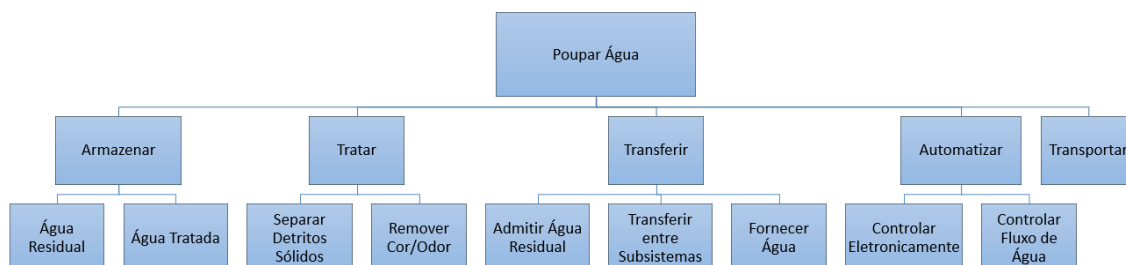


Figura 3.10 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n°3.

Como representado na Figura 3.11, estas novas funcionalidades são realizadas através de filtros de partículas e carvão.

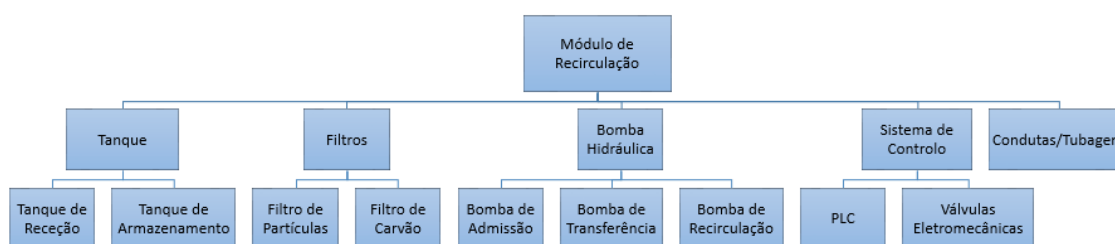


Figura 3.11 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n°3.

Na Figura 3.12 é ilustrada a localização dos respectivos componentes.

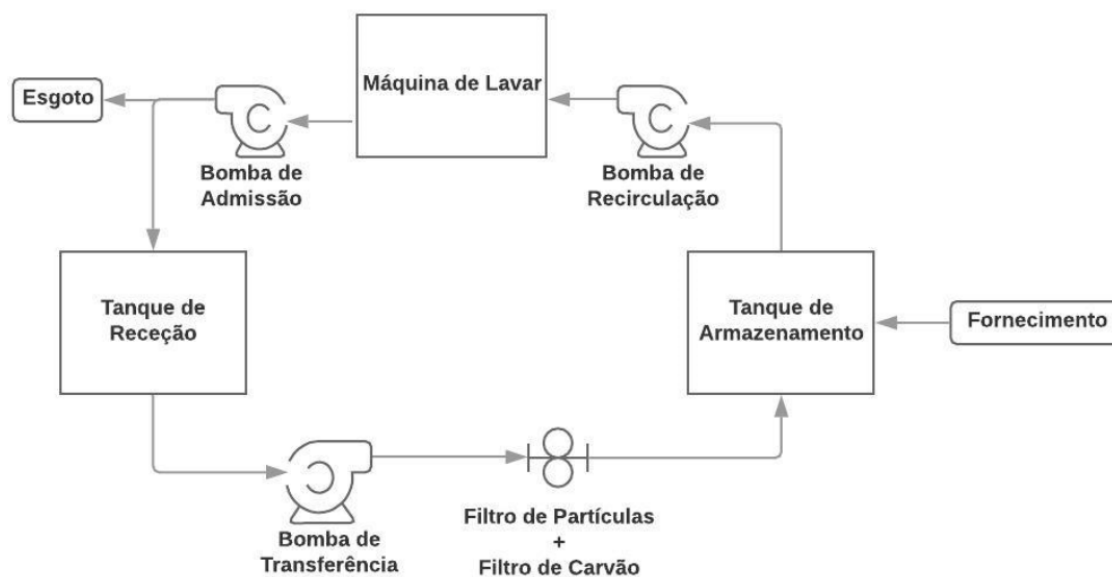


Figura 3.12 – Diagrama funcional e respectivo fluxo de água no sistema, solução n°3.

3.4.6 S4 - Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento (Variante com Desinfecção)

Novamente, a quarta solução gerada tem uma configuração similar à solução nº2, no entanto com um maior nível de tratamento que a anterior, sendo adicionada a componente de desinfecção, aumentando ainda mais o potencial de poupança de água. Na Figura 3.13 é apresentada a árvore de requisitos funcionais da respetiva solução.

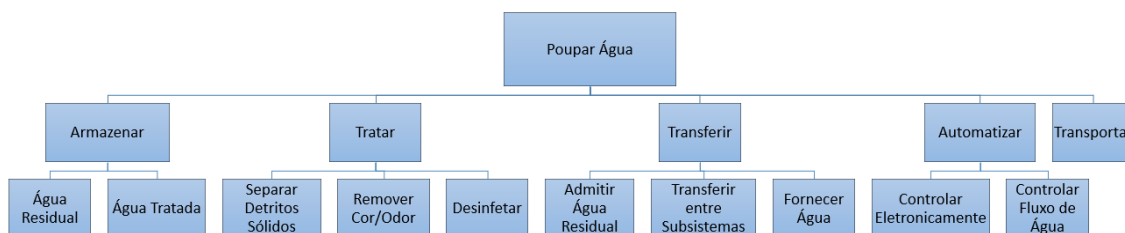


Figura 3.13 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução nº4.

Transcrita para o espaço físico através dos componentes representados na Figura 3.14.

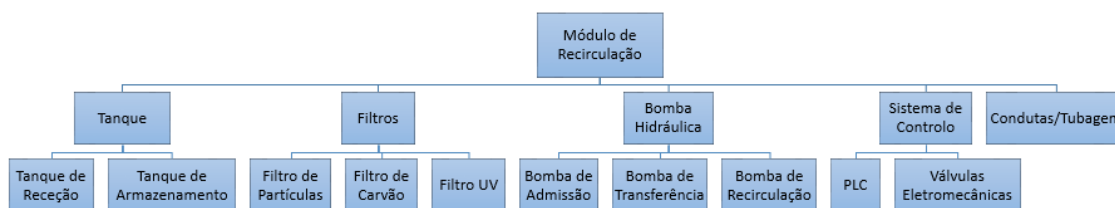


Figura 3.14 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução nº4.

Na Figura 3.15 vemos a configuração desta solução.

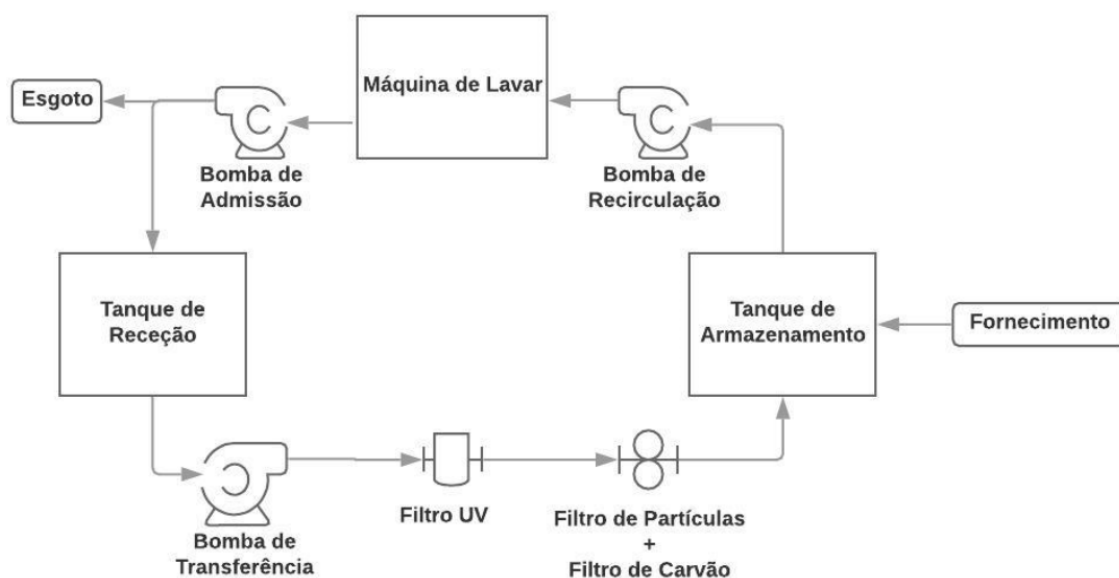


Figura 3.15 – Diagrama funcional e respetivo fluxo de água no sistema, solução nº4.

3.4.7 S5 - Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento Seletivo

Em termos de funcionalidade, a quinta solução é similar à anterior, no entanto com um modo de operação distinto. Nesta, o tratamento é realizado seletivamente, de maneira a prolongar o tempo de vida do filtro utilizado na desinfecção. Na Figura 3.16 vemos a respetiva árvore de requisitos funcionais da quinta solução, em tudo igual à anterior.

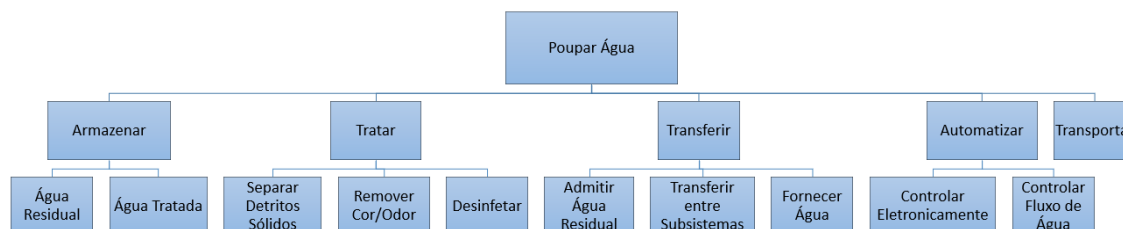


Figura 3.16 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n°5.

O mesmo na Figura 3.17, verifica-se uma árvore idêntica à da solução anterior.

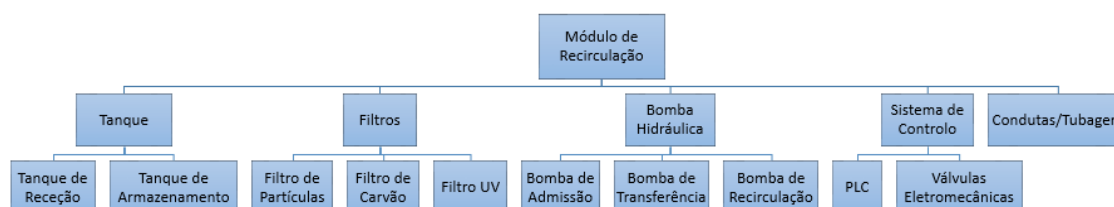


Figura 3.17 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n°5.

Na Figura 3.18 podemos então ver a diferença entre soluções.

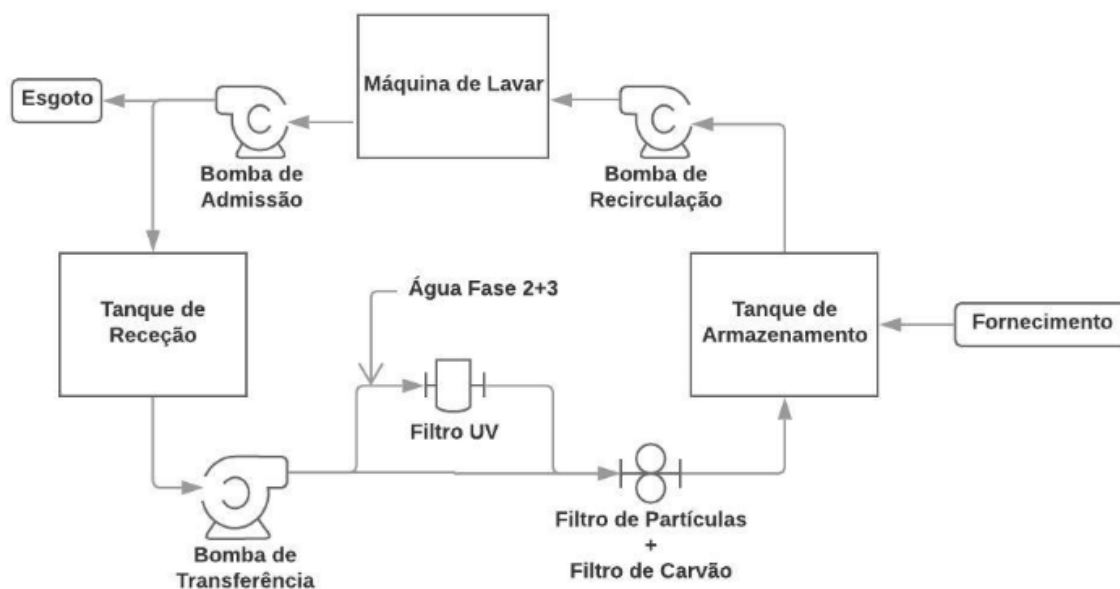


Figura 3.18 – Diagrama funcional e respetivo fluxo de água no sistema, solução n°5.

3.4.8 S6 - Módulo de Recirculação de Água c/ Separação por Centrifugação

O princípio de funcionamento da sexta solução baseia-se no tratamento da água residual produzida recorrendo a um separador líquido-líquido por centrifugação e posterior recirculação. Na Figura 3.19 apresenta-se a árvore de requisitos funcionais da solução.

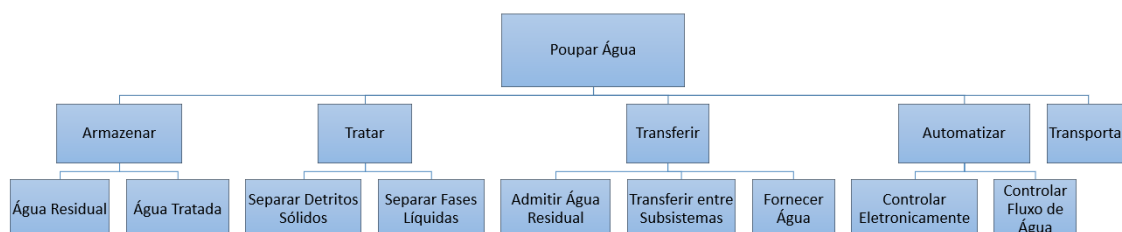


Figura 3.19 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução nº6.

E na Figura 3.20 a árvore de parâmetros funcionais que a complementa.

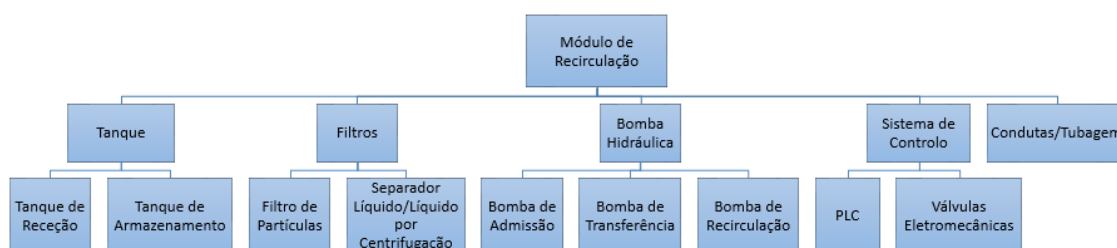


Figura 3.20 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução nº6.

Na Figura 3.21 verifica-se uma configuração similar às anteriores, diferenciando-se no tipo de tratamento.

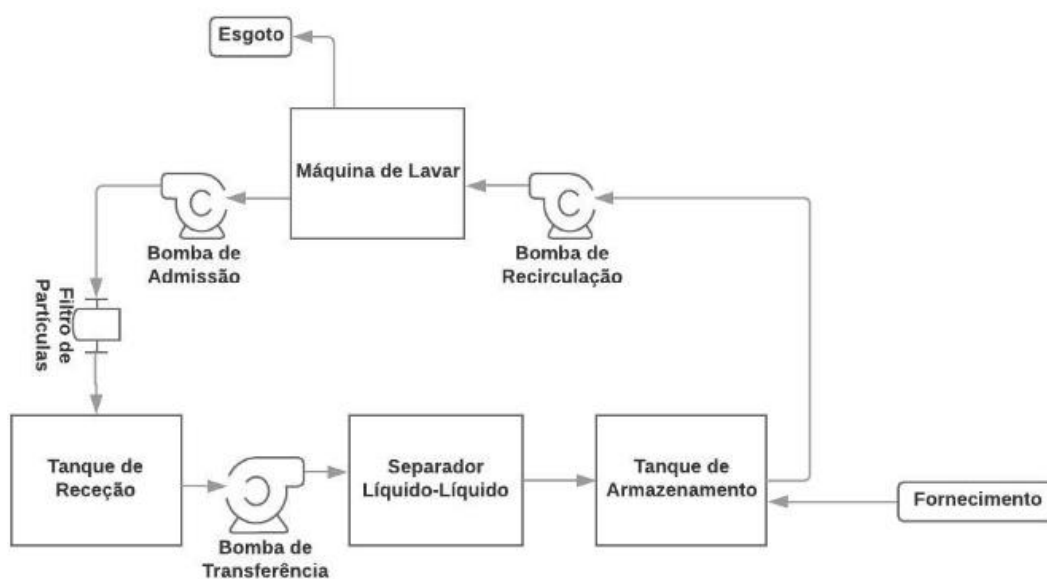


Figura 3.21 – Diagrama funcional e respetivo fluxo de água no sistema, solução nº6.

3.4.9 S7 - Módulo de Recirculação de Água para Lavagem em Contracorrente s/ Tratamento

As últimas duas soluções conceituais geradas baseiam-se ambas no princípio de lavagem em contracorrente, tipicamente aplicado num túnel de lavagem. Uma vez que no presente caso não é possível realizar a lavagem de forma contínua, optou-se por recorrer a vários tanques de modo a que seja possível armazenar água residual proveniente de diferentes fases do ciclo de lavagem. Na Figura 3.22 apresenta-se a árvore de requisitos funcionais da sétima solução, onde não existe nenhum tipo de tratamento realizado à água residual.

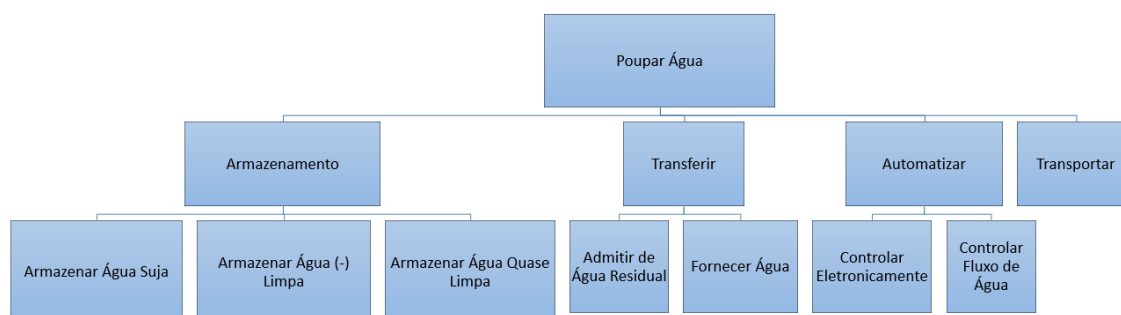


Figura 3.22 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n°7.

E na Figura 3.23 a respetiva árvore de parâmetros funcionais.

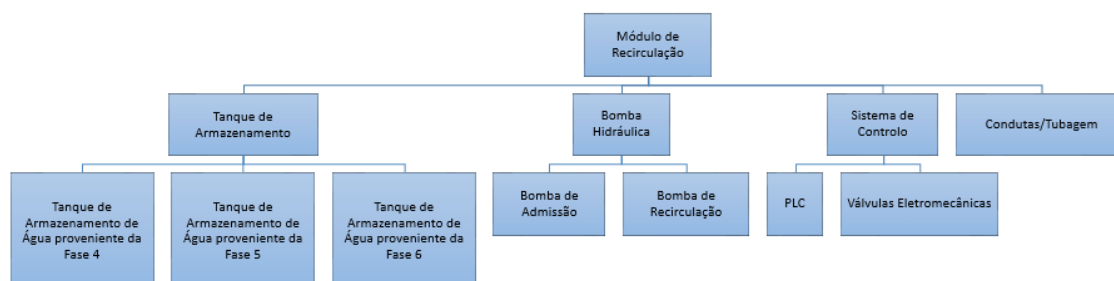


Figura 3.23 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n°7.

Na Figura 3.24 é possível observar a configuração da solução, enquanto na Figura 3.25 apresenta-se o fluxo de água que entra e sai da máquina de lavar em função da fase do ciclo de lavagem em que se encontra.

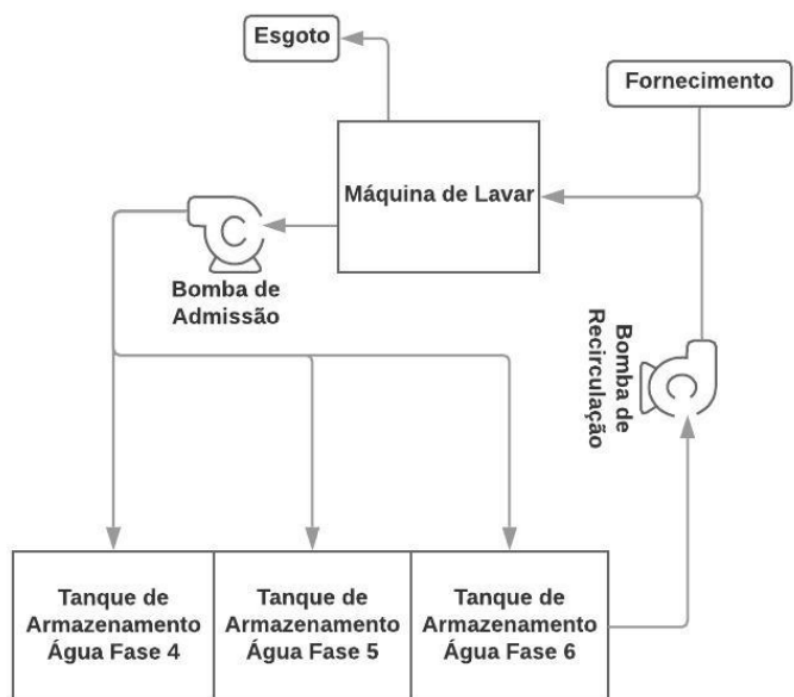


Figura 3.24 – Diagrama funcional e respectivo fluxo de água no sistema, solução nº7.

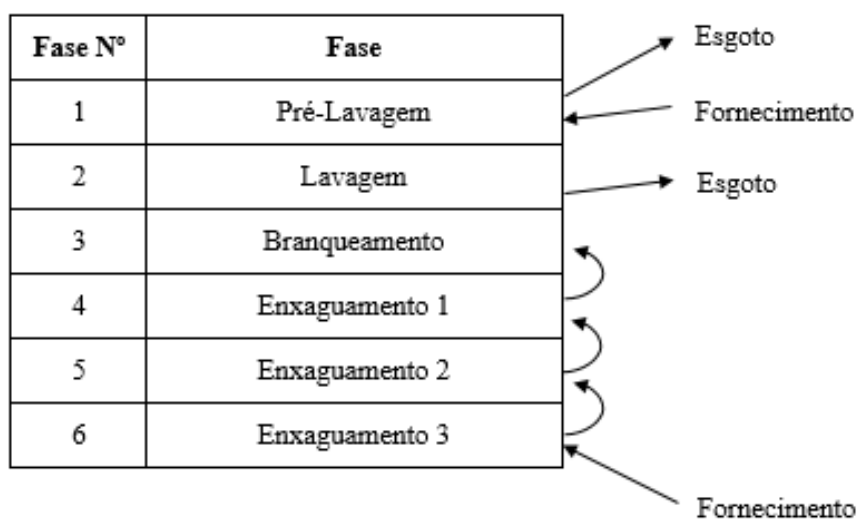


Figura 3.25 – Fluxo de água ao longo de um ciclo de lavagem, solução nº7.

3.4.10 S8 - Módulo de Recirculação de Água para Lavagem em Contracorrente c/ Tratamento Simples

A oitava e última solução gerada é idêntica à anterior, com a adição da função de tratamento da água residual e de mais um tanque de armazenamento de modo a aumentar o potencial de poupança de água do sistema, como indicado na Figura 3.26.

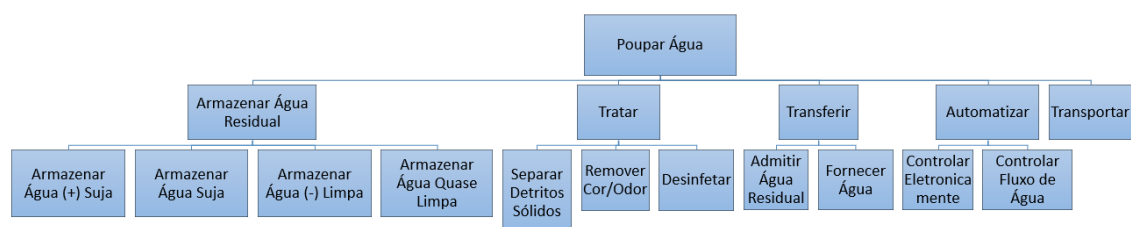


Figura 3.26 – Árvore de *requisitos funcionais* (RF's), solução n.º 8.

Para tal, como apresentado na Figura 3.27, é implementado um filtro UV para tratamento da água residual proveniente da fase 2+3, que é a fase em que a água fica mais contaminada.

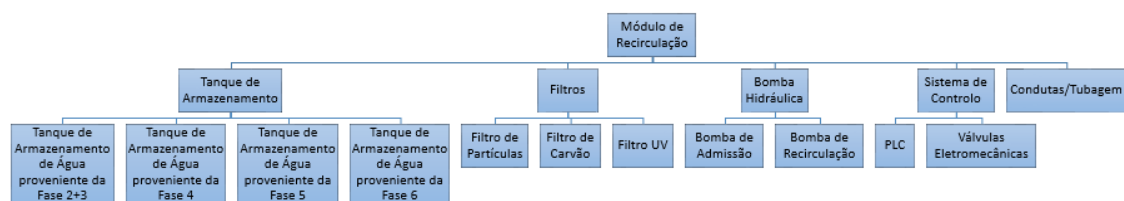


Figura 3.27 – Árvore de *parâmetros de projeto* (PP's), solução n.º 8.

Na Figura 3.28 vemos a configuração da última solução com a adição dos novos componentes, sendo assim possível reaproveitar a água de mais uma fase do ciclo de lavagem, como é possível verificar na Figura 3.29.

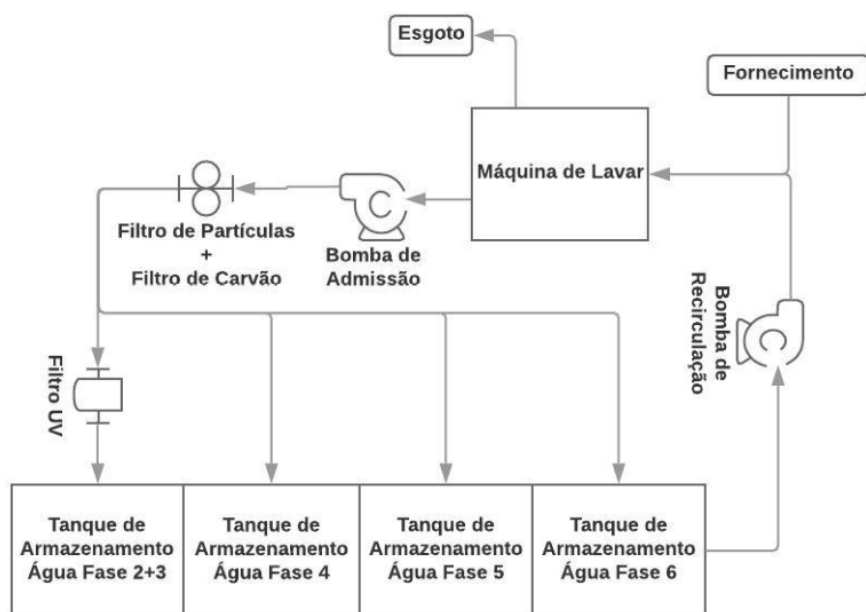


Figura 3.28 – Diagrama funcional e respectivo fluxo de água no sistema, solução nº8.

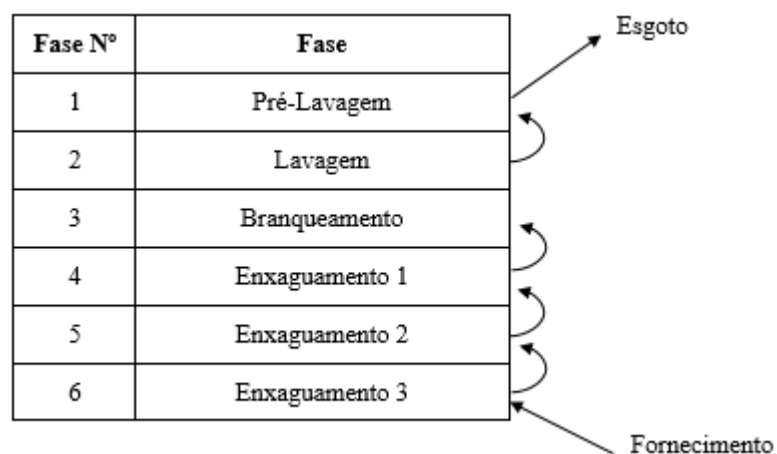


Figura 3.29 – Fluxo de água ao longo de um ciclo de lavagem, solução nº8.

3.4.11 Comparativo Soluções Concetuais

Nesta secção pretende-se apresentar um resumo, em termos de componentes e características do funcionamento, das soluções concetuais geradas. Na Tabela 3.8 é exposto um resumo comparativo destas soluções.

Tabela 3.8 – Resumo comparativo das soluções concetuais geradas.

Solução	Componentes	Características
S1-Estação de Tratamento de Águas Residuais	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2); • Bomba hidráulica (x4); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Tanque de separação água-óleo; • Reator físico-químico; • Sacos de filtração; • Clorador; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação quase total da água consumida possibilitando o abastecimento de água através de um circuito fechado; • Processo caro e limitado devido ao baixo caudal volúmico tratado; • Elevado número de componentes e produtos consumíveis (produtos químicos coagulantes, floculantes e filtros); • Sistema complexo de grande dimensão de implantação; • Produção de lamas.
S2-Módulo de Recirculação de Água s/ Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2) (possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação); • Bomba hidráulica (x3); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo de operação simples e sem grande custo; • Solução compacta; • Possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação, possibilitando um maior reaproveitamento; • Baixo reaproveitamento de água.

Tabela 3.8 – Resumo comparativo das soluções conceituais geradas (continuação).

Solução	Componentes	Características
S3-Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento Simples	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2); • Bomba hidráulica (x3); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Filtro de carvão; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaproveitamento de água satisfatório; • Solução compacta; • Possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação, possibilitando um maior reaproveitamento; • Risco de contaminação patogénica em caso de reutilização de água de fases anteriores à fase de branqueamento em fases posteriores à mesma.
S4-Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento Simples (variante c/ desinfecção)	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2); • Bomba hidráulica (x3); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Filtro de carvão; • Filtro UV; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de reaproveitamento de água mais elevado que a solução s/ desinfecção; • Solução compacta; • Inexistência do risco de contaminação patogénica; • Possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação, possibilitando um maior reaproveitamento; • Existência de um maior número de filtros, implicando uma manutenção mais cuidada.

Tabela 3.8 – Resumo comparativo das soluções conceituais geradas (continuação).

Solução	Componentes	Características
S5-Módulo de Recirculação de Água c/ Tratamento Seletivo	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2); • Bomba hidráulica (x3); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Filtro de carvão; • Filtro UV; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado reaproveitamento de água; • Solução compacta; • Inexistência do risco de contaminação patogénica; • Maior tempo de vida do filtro UV; • Possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação, possibilitando um maior reaproveitamento; • Existência de um maior número de filtros, implicando uma manutenção mais cuidada.
S6 - Módulo de Recirculação de Água c/ Separação por Centrifugação	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x2); • Bomba hidráulica (x3); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Separador líquido/líquido por centrifugação; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal volúmico de tratamento satisfatório; • Possibilidade de existência de maior número de reservatórios para armazenar água com diferentes níveis de contaminação, possibilitando um maior reaproveitamento; • Elevado consumo energético; • Baixo reaproveitamento de água; • Grande dimensão de implantação; • Risco de contaminação patogénica em caso de reutilização de água de fases anteriores à fase de branqueamento em fases posteriores à mesma.

Tabela 3.8 – Resumo comparativo das soluções conceituais geradas (continuação).

Solução	Componentes	Características
S7 - Módulo de Recirculação de Água para Lavagem em Contra-Corrente	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x3); • Bomba hidráulica (x2); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado reaproveitamento de água; • Inexistência do risco de contaminação patogénica; • Solução de maior dimensão devido a um maior número de reservatórios.
S8 - Módulo de Recirculação de Água para Lavagem em Contracorrente c/ Tratamento Simples	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório (x4); • Bomba hidráulica (x2); • Controlador lógico programável (PLC); • Válvulas eletromecânicas; • Filtro de partículas; • Filtro de carvão; • Filtro UV; • Conduatas/tubagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de reaproveitamento de água mais elevado que a variante s/ tratamento; • Inexistência do risco de contaminação patogénica; • Solução de maior dimensão devido ao maior número de reservatórios; • Existência de filtros, implicando uma maior manutenção.

3.5 Avaliação das Soluções Concetuais

Após as fases de análise e síntese do projeto, segue-se o processo de avaliação das soluções concetuais geradas. De forma a selecionar o conceito que permita direccionar o desenvolvimento do projeto no rumo mais adequado ao cumprimento dos objetivos definidos, este processo deve ser realizado segundo critérios adequados à satisfação das necessidades, comparando os aspetos positivos e negativos de cada solução. Nas subsecções seguintes será demonstrado o raciocínio tomado na seleção do conceito a desenvolver, tendo em consideração os critérios de avaliação das soluções concetuais definidos.

3.5.1 Definição dos Critérios de Avaliação

Como anteriormente referido, a Teoria Axiomática de Projeto é uma poderosa ferramenta de apoio à decisão. Com o seu primeiro axioma presente, *axioma da independência*, esta teoria oferece um método de análise que permite uma avaliação em termos de dependência dos componentes de uma solução. Este resultado é expresso através de uma matriz de projeto, podendo uma solução definir-se como, *desacoplada*, *desacoplável* ou *acoplada*, dependendo no nível de dependência entre componentes [23]. Através de uma análise das soluções geradas, verifica-se que se tratam de configurações com um elevado nível de independência entre componentes e funcionalidades, podendo classificar-se como *desacopláveis*. É verdade que os princípios propostos por esta teoria aconselham ao maior nível possível de independência entre os elementos que constituem certo projeto e, por sua vez, a obtenção de uma solução desacoplada. No entanto, nem sempre isto é possível de alcançar, pelo que o resultado obtido pode considerar-se satisfatório, uma vez que é indicativo de que a solução pode ter uma *arquitetura modular*.

Passa-se então para uma análise mais fina, segundo critérios mais específicos. Isto será feito em duas fases, numa primeira fase pretende-se efetuar uma “triagem”, previamente eliminando as soluções que se revelem as menos adequadas. De seguida, procede-se à classificação ponderada das soluções restantes, segundo os mesmos critérios anteriormente aplicados. Em cada uma destas fases, o resultado é expresso através de uma matriz apropriada, sendo os *critérios de avaliação* para ambas, pela respetiva ordem de relevância, os seguintes:

1. Potencial de poupança de água;
2. Consumo energético;
3. Produção de resíduos;
4. Dimensão de implantação;
5. Facilidade de operação e manutenção;
6. Quantidade de componentes consumíveis.

3.5.2 Seleção do Conceito a Desenvolver

Numa primeira fase, é realizada uma análise puramente comparativa, sendo a classificação feita em função do número de aspetos positivos (+’s) e negativos (-’s), relativamente a uma solução de referência. Quando uma solução revela uma igualdade em relação à referência, é assinado um 0 no respetivo aspeto. Para o presente projeto, a solução nº 4 trata-se da solução tomada como referência. Perante este resultado, deve-se salientar que pela existência de componentes consumíveis, como é caso das soluções com filtros, foi considerado como um aspeto negativo em termo de produção de resíduos e que os mesmos implicam uma maior manutenção do sistema. No entanto, estes não são componentes volumosos, pelo que não têm grande peso em termo de dimensão de implantação. Perante as vantagens e desvantagens de cada solução anteriormente identificadas, na Tabela 3.9 é possível verificar o resultado da primeira fase de triagem das soluções geradas.

Tabela 3.9 – Matriz de triagem das soluções concetuais geradas.

Crítérios	Soluções							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Potencial de Poupança de Água	+	-	-	0	0	-	-	-
Consumo Energético	-	+	0	0	0	-	+	+
Produção de Resíduos	-	+	+	0	+	+	+	0
Dimensão de Implantação	-	0	0	0	0	-	-	-
Facilidade de Operação e Manutenção	-	+	0	0	0	+	+	0
Quantidade de Componentes Consumíveis	-	+	+	0	0	+	+	0
Soma +’s	1	4	2	0	1	3	4	1
Soma 0’s	0	1	3	6	5	0	0	3
Soma -’s	5	1	1	0	0	3	2	2
Classificação ({Soma +’s} – {Soma -’s})	-4	3	1	0	1	0	2	-1
Proceder?	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não

Após uma triagem às soluções geradas, passa-se a um processo de comparação mais fino selecionando as soluções com maior potencial, onde é realizada uma avaliação ponderada, segundo os mesmos critérios. Para esta avaliação final, a classificação é feita de 1 a 3, sendo 3 o mais satisfatório, e irá permitir a seleção do conceito capaz de satisfazer as necessidades do cliente da forma mais eficiente através do maior nível de diferenciação alcançado pelo aumento da resolução do resultado. Na Tabela 3.10 é apresentado o resultado da fase final de avaliação, sendo que a solução que se revela a mais adequada para responder às necessidades do cliente é a solução nº 2 – reutilização da água residual sem tratamento. Nem sempre a solução mais complexa é a que melhor responde a um conjunto específico de necessidades. De facto, segundo o enquadramento e os objetivos do presente projeto, a solução mais viável é mesmo a mais simples.

Tabela 3.10 – Matriz de seleção do conceito a desenvolver.

		Soluções			
		2		7	
Crítérios	Peso	Classificação	Pontuação Ponderada	Classificação	Pontuação Ponderada
Potencial de Poupança de Água	25 %	2	0,5	2	0,5
Consumo energético	25 %	3	0,75	3	0,75
Produção de Resíduos	15 %	3	0,45	3	0,45
Dimensão de Implantação	15 %	2	0,3	1	0,15
Facilidade de Operação e Manutenção	10 %	2	0,2	2	0,2
Quantidade de Componentes Consumíveis	10 %	2	0,2	2	0,2
Classificação Final		2,4		2,25	
Proceder?		Sim		Não	

O princípio de funcionamento proposto na solução nº 7 não deixa de ser um conceito promissor, sendo este mesmo princípio de lavagem em contracorrente já aplicado em máquinas de lavar industriais do tipo túnel de lavagem. Pelo facto deste tipo de máquinas ter a configuração de um túnel, onde a roupa entra por uma das extremidades e sai por outra sendo lavada de forma continua durante o seu percurso dentro do túnel, a água não necessita de armazenamento entre cada fase do ciclo. No entanto, para a aplicação em causa neste projeto, este processo de lavagem de forma continua não é possível, obrigando assim à existência de um maior número de tanques de armazenamento em relação à solução nº 2. Devido à limitação de espaço em estabelecimentos da dimensão do caso de estudo neste projeto, este acabou por ser o fator diferenciador nesta avaliação final.

3.6 Projeto de Pormenor

Com a presente realidade em termos dos preços de mercado da água da rede de fornecimento público, qualquer solução com um maior nível de complexidade ou produtos consumíveis rapidamente se torna demasiado dispendiosa. Pelo que, a solução concetual selecionada para desenvolvimento, como já referenciado, foi a solução nº2 – Módulo de Recirculação de Água sem Tratamento. Este princípio de funcionamento sem nenhum tipo de tratamento realizado revela-se então o mais viável, principalmente devido à componente económica, sendo que a limitação em termos de dimensão de implantação também foi um fator decisivo.

Numa fase inicial do desenvolvimento do projeto de detalhe, onde também já se está na posse de informação adicional, tanto sobre os componentes, como dos materiais necessários para alcançar as funcionalidades pretendidas, a solução selecionada para desenvolvimento deve ainda verificar alterações, procurando, não só, uma nova otimização do produto, com o intuito de alcançar uma melhor satisfação das necessidades do cliente, como também uma melhor definição das funcionalidades e interações do dispositivo, tendo em conta as respetivas soluções disponíveis no mercado.

No caso, a solução a desenvolver vê o seu princípio de funcionamento ter origem no conceito da solução nº2 – Módulo de Recirculação de Água sem Tratamento, no entanto, a configuração e suas funcionalidades irão sofrer alterações substanciais, com vista a uma melhor adaptação do sistema ao espaço onde será implementado. De salientar que o desenvolvimento deste mecanismo de poupança de água tem como objetivo a conceção de um dispositivo com o propósito de funcionar individualmente, com uma máquina de lavar, sendo que se pretende conceber uma solução final em que seja possível facilmente ajustar o projeto, em termos de dimensões e capacidades dos tanques, para ampliar o sistema para funcionamento com um maior número de máquinas em conjunto.

Para tal, foi então tomado como padrão uma máquina de lavar de 25 kg de capacidade, sendo possível verificar os valores de consumo de água na Tabela 3.1. Não tendo sido anteriormente definidos os critérios de reutilização da água residual da solução concetual seleccionada, por razões de segurança e para garantir a qualidade de lavagem, optou-se por reutilizar a água residual proveniente apenas das duas últimas fases do ciclo de lavagem, evitando assim a necessidade de um sistema de controlo da qualidade da água e descartando a implementação de sensores de turbidez dispendiosos e com necessidade de manutenção regular. Na Tabela 3.11 é apresentado o fluxo de água através da máquina de lavar, juntamente com os valores de volume de água consumida e drenada pela mesma, assim como os volumes de água processados pelo sistema ao longo de um ciclo de lavagem.

Tabela 3.11 – Fluxo de água e respetivos volumes de água, ao longo de um ciclo de lavagem, considerando uma máquina de lavar de 25 kg de capacidade.

	Origem	→ Fase	→ Destino	Volume de Água por Fase	
129 L	Tanque de Armazenamento de Água Recuperada	1	Esgoto	82 L	207 L
	Tanque de Armazenamento de Água Recuperada	2+3	Esgoto	47 L	
221 L	Água Limpa	4	Esgoto	78 L	143 L
	Água Limpa	5	Tanque de Armazenamento de Água Recuperada	78 L	
	Água Limpa	6	Tanque de Armazenamento de Água Recuperada	65 L	

Em cada ciclo de lavagem, numa máquina de 25 kg de capacidade, são consumidos, em média, 350 L de água. Segundo o esquema de poupança definido na Tabela 3.11, 143 L de água em cada ciclo de lavagem são recuperados, no entanto apenas 129 L deste volume é que serão consumidos no ciclo de lavagem seguinte. A água em excesso, caso não seja consumida até ao início da fase 4, será escoada para o esgoto para evitar que o tanque de armazenamento ultrapasse a sua capacidade máxima com a água admitida nas fases seguintes.

Com o presente esquema, é então possível concluir que serão reutilizados, aproximadamente, 129 L de água residual recuperada, desta maneira alcançando um potencial de poupança de água de 37 % do volume de água consumido ao longo de um ciclo de lavagem.

Relativamente ao fornecimento de água limpa, uma vez que um estabelecimento comercial como uma lavandaria já se encontra equipado com meios de armazenamento e fornecimento adequados, chegou-se à conclusão de que é desnecessária a existência de um tanque de armazenamento de água limpa, sendo então a introdução de água limpa feita através do sistema de fornecimento pré-instalado no estabelecimento, ligado ao dispositivo por uma válvula eletromecânica, que por sua vez realiza o controlo do tipo de água a ser introduzida na máquina de lavar.

Uma vez que a água residual é drenada da máquina de lavar por gravidade, foi também reduzido o número de bombas de três para duas. Conclui-se que a implementação de bomba como elemento de admissão de água poderia vir a gerar complicações mecânicas à própria bomba hidráulica devido ao risco de funcionamento a seco e de ocorrência de cavitação nas pás do componente. Optou-se então por recorrer a um tanque de receção que permita que a água de uma única fase do ciclo de lavagem seja transferida da máquina de lavar para o sistema por gravidade sem problemas.

3.6.1 Diagrama de Funcionamento da Solução Final

Nesta secção pretende-se demonstrar o funcionamento geral do dispositivo e as respetivas interações entre os principais componentes da solução desenvolvida, sendo dada uma descrição mais detalhada sobre todos os componentes que constituem o projeto na secção seguinte. Na Figura 3.30 é exposto o diagrama de funcionamento da mesma, onde, a traço contínuo, são representados os fluxos ou interações de material (água) e, a traço intermitente, os fluxos de sinal (controlo eletrónico). De notar que os componentes representados em caixas de cantos boleados tratam-se de componentes pré-existent no estabelecimento.

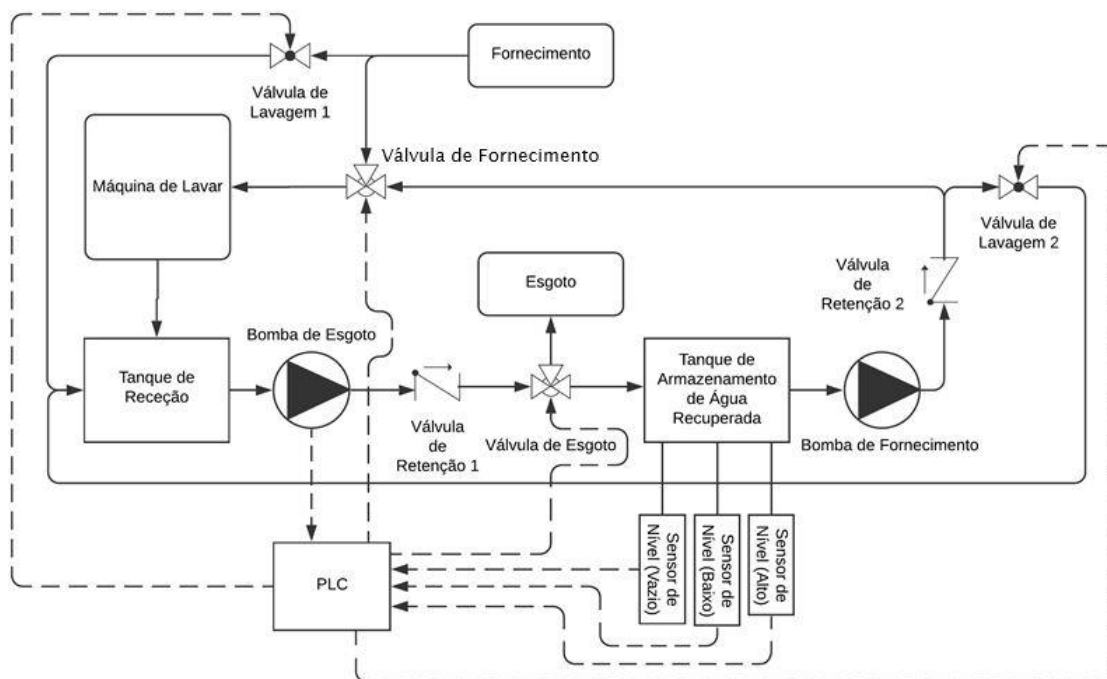


Figura 3.30 - Diagrama de funcionamento da solução final.

A presente configuração permite o agrupamento dos principais componentes do dispositivo como ilustrado na Figura 3.31, onde é representada a composição modular da solução final, que é constituída por três módulos principais: Módulo de Recepção de Água Residual; Módulo de Armazenamento e Fornecimento e Módulo de Controlo. Como anteriormente exposto, sendo o presente projeto de natureza concetual, pretende-se alcançar uma solução em que haja uma certa facilidade de adaptação do produto para funcionamento com um maior número de máquinas. Para tal, seria necessária a substituição dos tanques de receção e de armazenamento de água recuperada para tanques com a capacidade necessário para certo estabelecimento e a estrutura adaptada aos respetivos tanques. Uma vez que num estabelecimento como uma lavandaria o consumo energético é o fator mais relevante, a solução foi projetada de modo a que, com um projeto de ampliação da capacidade do dispositivo, não seja necessário recorrer a um maior número de bombas. Como tal, as bombas hidráulicas instaladas são sobredimensionadas quando em funcionamento com apenas uma máquina de lavar.

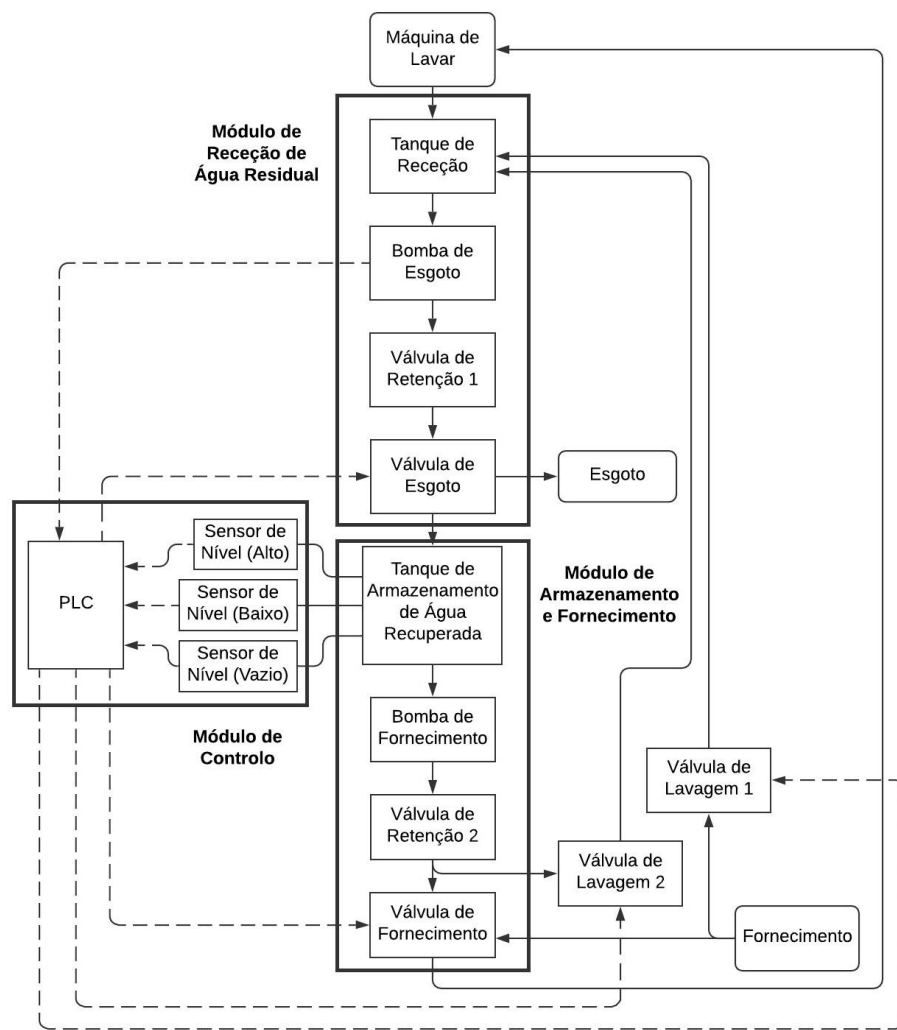


Figura 3.31 - Composição modular da solução final.

3.6.2 Memória Descritiva e Justificativa

Pretende-se agora fazer uma breve descrição dos componentes implementados na solução, assim como justificar a funcionalidade dos mesmos. Refere-se a presente memória descritiva e justificativa a um dispositivo de poupança de água para adição em lavandarias. Dadas as características de funcionamento do referido género de estabelecimentos e uma vez que não se pretende realizar nenhuma espécie de alteração à máquina de lavar, procurou-se conceber um produto modular para funcionamento em conjunto com a respetiva máquina com o objetivo de reduzir o seu consumo de água. Seguidamente apresentam-se as principais características da solução concebida:

Armazenamento – O armazenamento da água residual produzida pela máquina de lavar será realizado em tanques de plástico apropriados.

Na fase de admissão de água no sistema, o armazenamento temporário para posterior processamento, drenagem para esgoto ou armazenamento, é feito pelo tanque de receção. A água recuperada para futura reutilização é então canalizada para o tanque de armazenamento de água residual;

Transferência – A transferência de fluído entre tanques e o fornecimento de água à máquina de lavar são realizados recorrendo a um par de bombas centrífugas. No interior do tanque de receção é instalada uma bomba submersível de alta temperatura, de maneira a ser capaz de funcionar com as temperaturas mais altas do ciclo de lavagem. Quanto ao fornecimento à máquina de lavar e transferência entre tanques, este é assegurado por uma bomba horizontal com conversor de frequência, possibilitando um fornecimento a uma pressão constante predefinida de forma automática;

Controlo – Para controlar o fluxo de água ao longo do sistema são implementadas válvulas eletromecânicas, por sua vez acionadas através de um controlador lógico programável (PLC) que realiza a gestão do funcionamento do dispositivo, ao qual existem também ligados três sensores de nível devidamente posicionadas no interior do tanque de armazenamento de modo a verificar a disponibilidade de água armazenada;

Canalização – Toda a canalização de água será em tubo flexível de diâmetro normalizado com conexões roscadas, sendo a mangueira de fornecimento à máquina de lavar em EPDM com revestimento metálico e os restantes troços de canalização em PFA;

Vedação – A estanquicidade de todo o sistema de canalização deve ser assegurada com vedantes apropriados ao tipo de rosca nas conexões dos troços do respetivo sistema;

Estrutura – A estrutura que irá acomodar os componentes do dispositivo terá uma configuração modular composta por perfis de alumínio normalizados;

Ligações – Nas ligações dos elementos estruturais existem tanto ligações permanentes como não permanentes, sendo a base da estrutura toda ela soldada e com as restantes ligações realizadas através de ligações aparafusadas, no caso da ligação da base-suporte de controlo pelos pinos de fixação. Nas entradas e saídas dos tanques existem ainda bocais para uma melhor acomodação da tubagem, os quais serão colados aos respetivos tanques.

3.6.3 Dimensionamento Funcional

Numa fase inicial do desenvolvimento do projeto de pormenor, procedeu-se à seleção dos principais componentes, nomeadamente, os que cumprem a função de armazenamento e fornecimento do dispositivo. Como tal, optou-se por começar pela seleção dos tanques e bombas a implementar no projeto.

Segundo uma disposição aproximada dos componentes previamente selecionados, foram escolhidas as válvulas de controlo necessárias e projetado o sistema de canalização, sendo ainda realizadas as devidas adaptações em termos de diâmetros da tubagem e respetivas conexões, recorrendo a acessórios apropriados. De seguida, foi finalizado o sistema de controlo e alimentação, sendo selecionados os respetivos componentes.

Tanque de Armazenamento

Segundo o modo de funcionamento definido na Tabela 3.11, o produto a projetar irá armazenar cerca de 143 L de água residual recuperada, no entanto, apenas cerca de 129 L desta água serão efetivamente reutilizados. Sendo então que se decidiu recorrer a um tanque que seja capaz de armazenar toda a água recuperada num ciclo de lavagem, com 150 L de capacidade. Sempre que este tanque se encontrar à sua capacidade máxima, a água em excesso será escoada para o esgoto.

Tanque de Receção

O tanque de receção tem a função de providenciar um volume de espaço para admissão, sem resistência, da água residual drenada da máquina de lavar em cada fase do ciclo de lavagem. Portanto, este componente deve ser capaz de armazenar temporariamente a quantidade máxima de água residual produzida numa fase do ciclo de lavagem. Como é possível verificar na Tabela 3.11, o maior volume de água residual é produzido na primeira fase do ciclo, onde são drenados cerca de 82 L de água. Então, considera-se necessário um tanque com, pelo menos, 90 L de capacidade.

Sensores

Como já mencionado, no interior do tanque de armazenamento serão instalados sensores para controlar disponibilidade de água no respetivo tanque. Desta forma, existem três sensores de nível: Vazio, Baixo e Cheio. Os dois últimos são posicionados numa configuração tal que se caracterizem como sensores normalmente abertos, enquanto o primeiro é configurado para funcionamento como normalmente fechado. O sensor de nível de indicativo Vazio tem a função de assegurar, quando necessário, a completa drenagem do tanque de armazenamento, assim sendo deve ser posicionado a uma altura o mais baixo possível. Contrariamente ao anterior, o sensor de nível Cheio deve ser ativado quando o tanque se encontra à sua capacidade máxima.

De acordo com as especificações do tanque de armazenamento, a área da base deste tanque é igual a:

$$A_b = 8,2 * 4,5 - (0,35 * 1) * 2 = 36,2 \text{ dm}^2$$

Considerando uma capacidade máxima de 145 L, o sensor de nível indicativo Cheio deve ser instalado a uma altura:

$$36,2 * H_{Cheio} = 145 \text{ dm}^3$$

$$\Leftrightarrow H_{Cheio} = 4 \text{ dm} = 400 \text{ mm}$$

Quanto ao sendo de nível Baixo, este deve estar ativo quando existe água armazenada suficiente para, pelo menos, uma fase do ciclo de lavagem. Considerando a fase em que é consumido o maior volume de água recuperada, 85 L, o respetivo sensor deve ser montado a uma altura:

$$36,2 * H_{Baixo} \geq 85 \text{ dm}^3$$

$$\Leftrightarrow H_{Baixo} \geq 2,34 \text{ dm} = 234 \text{ mm}$$

Bomba de Fornecimento

Quanto ao fornecimento de água à máquina de lavar, uma vez que a admissão na mesma é controlada pela própria através de uma válvula eletromecânica, o importante trata-se de manter o fornecimento a uma pressão constante. Como tal, é necessário que a pressão de fornecimento se mantenha, idealmente, a 4 bar. Para além desta especificação, a respetiva bomba deve ainda ser capaz de escoar a quantidade de água necessária em cada fase em menos de 1 minuto. Sendo, portanto, necessário recorrer a uma bomba com um caudal mínimo de 80 L/min, à pressão de fornecimento anteriormente referida. A bomba selecionada para o efeito é equipada com um conversor de frequência que permite um controlo automático do seu caudal em função de uma pressão predefinida. Esta pressão é controlada através de sensores instalados na própria bomba, pelo que a pressão definida pelo utilizador deve ter em conta as perdas de carga associadas ao escoamento ao longo do sistema de fornecimento.

Bomba de Esgoto

Na primeira bomba abordada nesta secção, a questão da temperatura do fluido a impulsar não se coloca, uma vez que a água reutilizada será sempre proveniente de fases em que se utiliza água à temperatura ambiente. No entanto, a bomba de esgoto terá de escoar a água recebida de fases em que se recorre a água quente, cuja temperatura pode chegar até aos 80 °C, devendo, por isso, ser adequada a este tipo de funcionamento.

Esta bomba deve também esvaziar o tanque de receção em tempo suficiente para que este seja capaz de admitir água das fases seguintes sem que haja uma mistura de tipos de água. Segundo informações fornecidas pela empresa *Metelo*, a duração de cada fase do ciclo pode variar bastante, sendo que o tempo mínimo entre fases que se possa verificar é de 4 minutos.

Portanto, admitindo que o volume máximo de água residual produzida é cerca de 80 L, a bomba de esgoto deve ser capaz de produzir um caudal mínimo de 20 L/min.

Sistema de Canalização

Uma vez concebida uma estrutura provisória e acomodados os componentes, foi projetado o sistema de canalização, onde se deu o dimensionamento da tubagem. Na Figura 3.32 é indicada a numeração de cada troço de canalização do sistema.

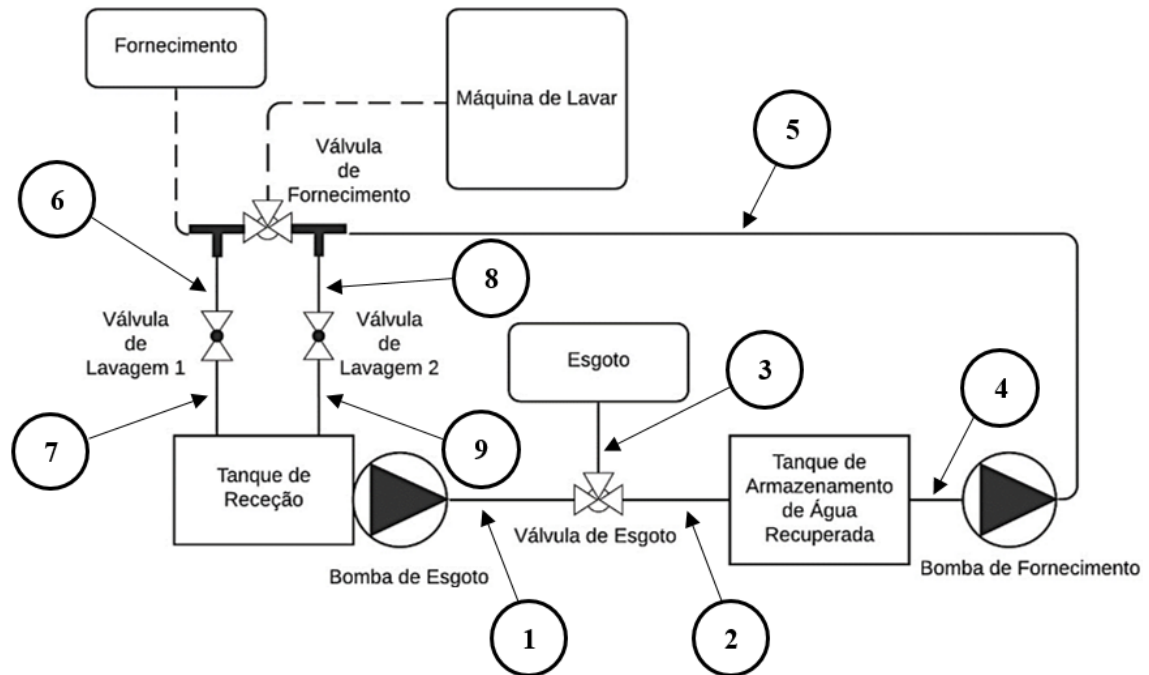


Figura 3.32 – Numeração dos troços de canalização do sistema.

Com cada troço de canalização devidamente identificado, na Tabela 3.12 apresentam-se as especificações de cada troço e respetivo comprimento. Durante este processo, a escolha das características de cada troço foi feita de modo a garantir a compatibilidade de ligação com os restantes componentes. O sistema de canalização pode ser dividido em três subsistemas: esgoto, fornecimento e lavagem.

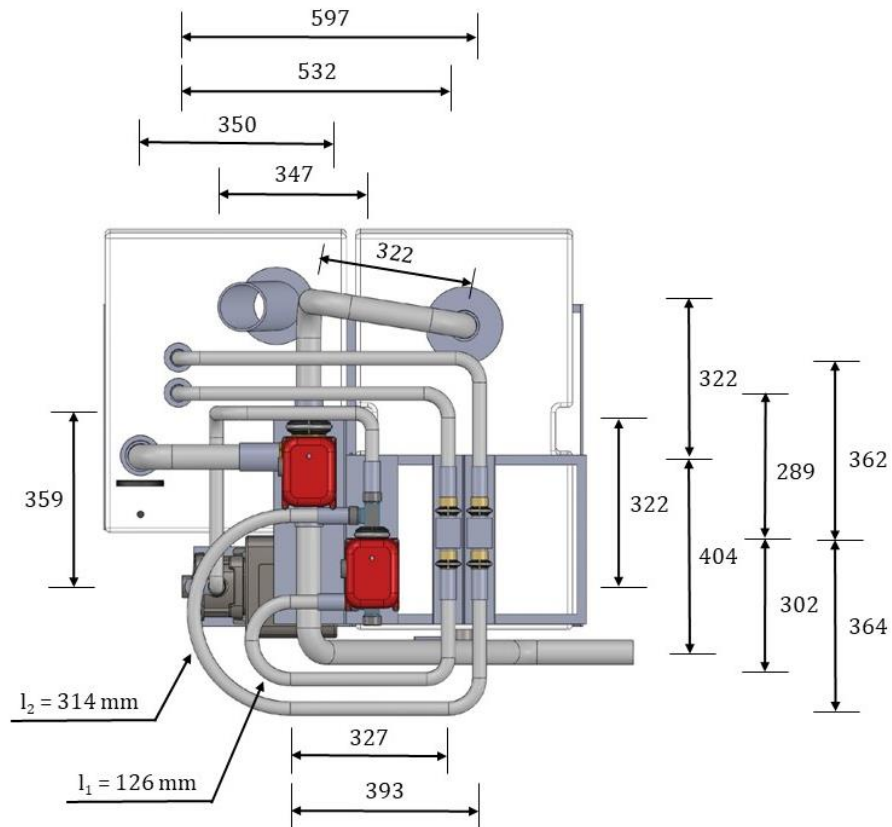


Figura 3.33 – Comprimento aproximado de canalização no plano horizontal (medidas em mm).

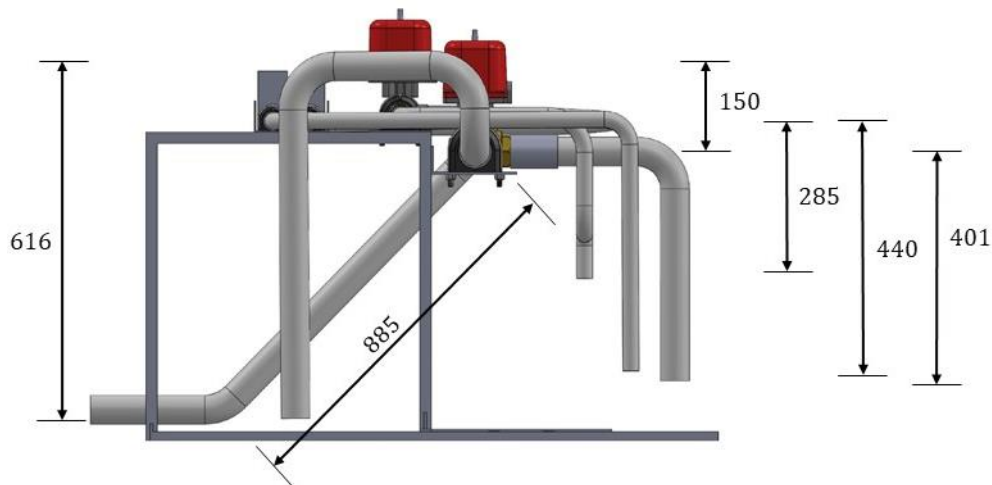


Figura 3.34 – Comprimento aproximado de canalização no plano vertical (medidas em mm).

Quanto ao comprimento, este foi aproximado somando as dimensões obtidas nos planos horizontal e vertical de cada troço, apresentadas, respetivamente, na Figura 3.33 e na Figura 3.34, cujos valores foram obtidos através do modelo 3D do dispositivo gerado no programa *Solidworks* e respeitando as instruções de instalação do fabricante da tubagem.

Tabela 3.12 – Comprimento aproximado de cada troço de tubagem e respetivas especificações.

Troço	Subsistema	Diâmetro Nominal	Conexão 1	Conexão 2	Comprimento (mm)
1	Esgoto	1 ½ “	ISO/BSP M	MNPT	751
2	Esgoto	1 ½ “	MNPT	-	1410
3	Esgoto	1 ½ “	MNPT	-	1289
4	Fornecimento	1 “	ISO/BSP M	ISO/BSP M	598
5	Fornecimento	¾ “	ISO/BSP M	MNPT	1028
6	Lavagem	¾ “	MNPT	FNPT	755
7	Lavagem	¾ “	FNPT	-	1261
8	Lavagem	¾ “	MNPT	FNPT	1071
9	Lavagem	¾ “	FNPT	-	1399

3.6.4 Dimensionamento de Integridade Física

Nesta secção, pretende-se apresentar os pressupostos assumidos na seleção de componentes e os cálculos efetuados no dimensionamento dos elementos estruturais e de ligação do mecanismo. Uma vez projetada a configuração dos principais componentes passamos ao dimensionamento de uma estrutura adequada para acomodar o produto obtido.

Estrutura

Numa fase inicial do projeto da estrutura, a definição da sua geometria e escolha dos respetivos elementos estruturais foram feitas de acordo com as necessidades dimensionais com base nas dimensões dos componentes que esta irá ter que acomodar. Como mostra a Figura 3.35, a estrutura do dispositivo pode então ser dividida pelos seguintes quatro subconjuntos: base; suporte controlo; base válvulas e apoio PLC.

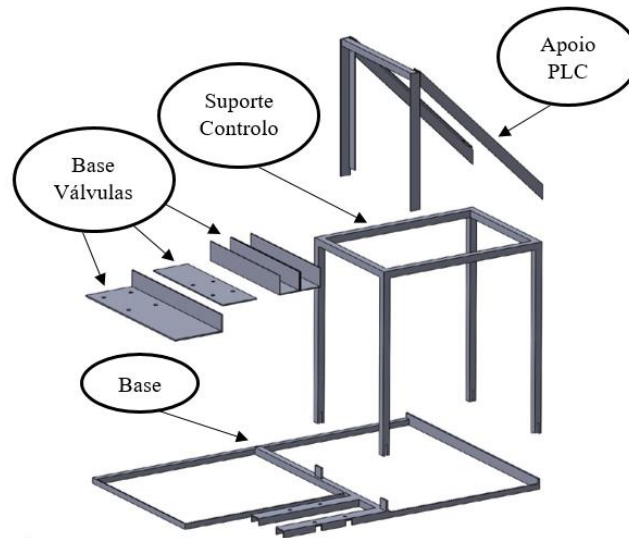


Figura 3.35 – Divisão da estrutura em subconjuntos.

Após o dimensionamento e escolhidos todos os componentes, foi então realizada uma análise dos esforços exercidos sobre os elementos estruturais recorrendo ao programa *Solidworks*. Para tal, foram calculadas as forças exercidas sobre cada subconjunto da estrutura com base nos diagramas de corpo livre de seguida apresentados.

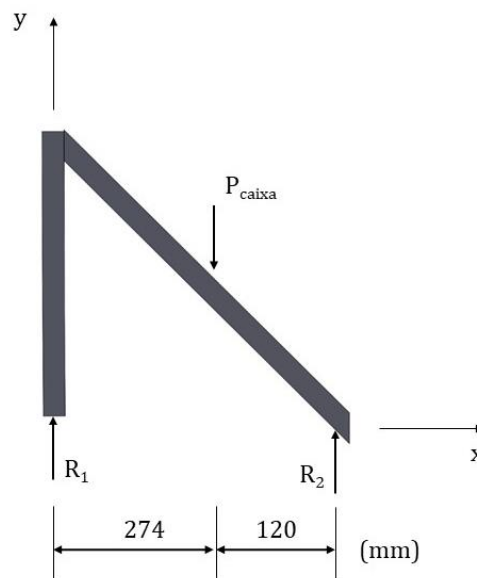


Figura 3.36 – Diagrama de corpo livre Apoios PLC.

Começando pelos apoios do PLC, foi considerado uma massa máxima, m_{Caixa} , de 10 kg para todo o conjunto da caixa, controlador lógico programável e quadro elétrico, sendo o seu peso aplicado no centro de massa da caixa.

Com base no diagrama de corpo livre apresentado na Figura 3.36, obteve-se ao seguinte sistema de equações de equilíbrio estático:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_z = 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} R_1 + R_2 = P_{Caixa} = m_{Caixa} * g = 10 * 9,81 = 98,1 \text{ N} \\ 0,394 * R_2 = 0,274 * P_{Caixa} \end{cases}$$

Donde se retiram os seguintes valores aproximados para as reações:

$$\begin{cases} R_1 = 30 \text{ N} \\ R_2 = 68 \text{ N} \end{cases}$$

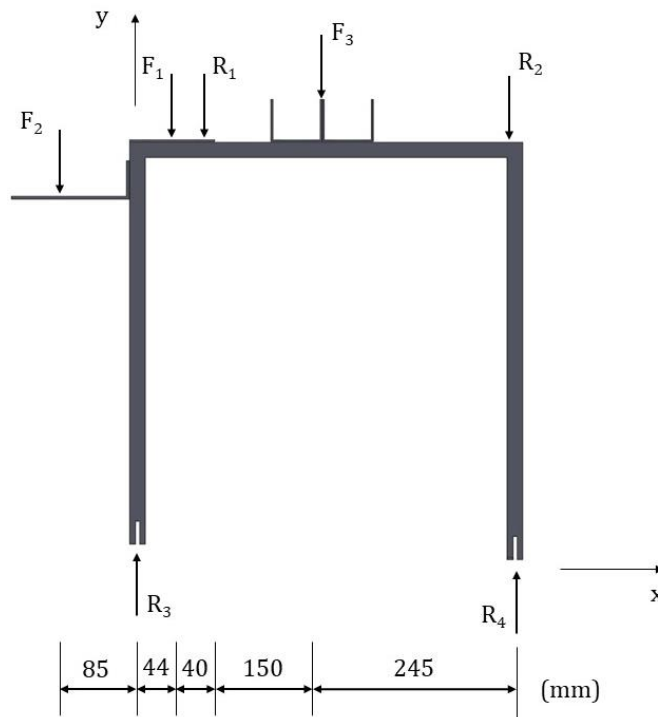


Figura 3.37 – Diagrama de corpo livre Suporte Controlo.

De seguida passamos ao elemento a que serão transmitidas as forças de reação obtidas, o suporte do controlo. De maneira a obter as reações nos apoios deste elemento é necessário estimar as forças transmitidas pelos suportes das válvulas. No cálculo destas forças foi considerada uma resultante do peso das válvulas, tubagem e água dentro das mesmas, localizadas aproximadamente no centro da base das válvulas, no caso das válvulas de fornecimento e esgoto, e no eixo de simetria das válvulas de lavagem, como ilustrado na Figura 3.37.

As forças resultantes nas válvulas de fornecimento, esgoto e conjunto de lavagem são denominadas, respectivamente, como F_1 , F_2 e F_3 . Em cada uma é contabilizado o peso das válvulas e de toda a tubagem cheia de água que esteja conectada à respetiva válvula, sendo o comprimento de tubagem, l_i , considerado igual aos definidos na Tabela 3.12. A massa total de cada subsistema de tubagem, considerando o peso da água, foi calculada segundo a seguinte expressão:

$$m_{Tub.j+água} = l_j(m_{Tub.j} + \frac{\pi}{4} * \phi_{i\ Tub.j}^2 * \rho_{água}) \quad (3.2)$$

Os dados relevantes à obtenção dos valores de forças resultantes são expostos na Tabela 3.13, onde se apresentam os valores de massa das válvulas, o comprimento de cada subsistema de canalização, a respetiva massa de cada subsistema, o diâmetro interno da tubagem e a massa de água dentro da mesma.

Tabela 3.13 – Dados utilizados no cálculo das forças resultantes F_1 , F_2 e F_3 .

Dado	Valor	Unidade
$m_{Vál. Fornecimento}$	3,357	kg
$m_{Vál. Esgoto}$	5,443	kg
$m_{Vál. Lavagem}$	0,635	kg
$l_{Fornecimento}$	2473	mm
l_{Esgoto}	3450	mm
$l_{Lavagem}$	3326	mm
$m_{Tub. Fornecimento}$	0,57	kg / m
$m_{Tub. Esgoto}$	1,3	kg / m
$m_{Tub. Lavagem}$	0,57	kg / m
$\phi_{i\ Tub. Fornecimento}$	19	mm
$\phi_{i\ Tub. Esgoto}$	38,1	mm
$\phi_{i\ Tub. Lavagem}$	19	mm
$\rho_{água}$ (a 25 °C)	997	kg / m ³
$m_{Tub. Fornecimento + água}$	2,108	kg
$m_{Tub. Esgoto + água}$	8,4	kg
$m_{Tub. Lavagem + água}$	2,846	kg

De notar que, uma vez que o troço 4 não está ligado a nenhuma válvula nem a exercer nenhuma força relevante sobre nenhum componente, no cálculo das referidas forças, o comprimento de tubagem de fornecimento deste troço não será contabilizado.

As forças F_1 , F_2 e F_3 foram calculadas segundo as seguintes expressões:

$$\begin{cases} F_1 = g * (m_{Vál.Fornecimento} + m_{Tub.Fornecimento+água}) & (3.3) \\ F_2 = g * (m_{Vál.Esgoto} + m_{Tub.Esgoto+água}) & (3.4) \\ F_3 = g * (m_{Vál.Lavagem} + m_{Tub.Lavagem+água}) & (3.5) \end{cases}$$

Resultando nos seguintes valores aproximados de forças:

$$\begin{cases} F_1 = 54 \text{ N} \\ F_2 = 136 \text{ N} \\ F_3 = 34 \text{ N} \end{cases}$$

Para estimar as forças de reação R_3 e R_4 exercidas sobre o suporte do controlo, recorre-se às equações de equilíbrio estático definidas no sistema de equações (3.1), resultando no seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} R_3 + R_4 = R_1 + R_2 + F_1 + F_2 + F_3 = 321,6 \text{ N} \\ 0,479 * R_4 + 0,085 * F_2 = 0,044 * F_1 + 0,084 * R_1 + 0,324 * F_3 + 0,479 * R_2 \end{cases}$$

Sendo obtidos os seguintes valores aproximados:

$$\begin{cases} R_3 = 245 \text{ N} \\ R_4 = 77 \text{ N} \end{cases}$$

Antes de passar ao cálculo das forças exercidas sobre a base, é necessário descobrir as forças transmitidas pelos tanques contendo a sua capacidade máxima de água. Na Figura 3.38 apresenta-se o diagrama de corpo livre do tanque de armazenamento de água residual.

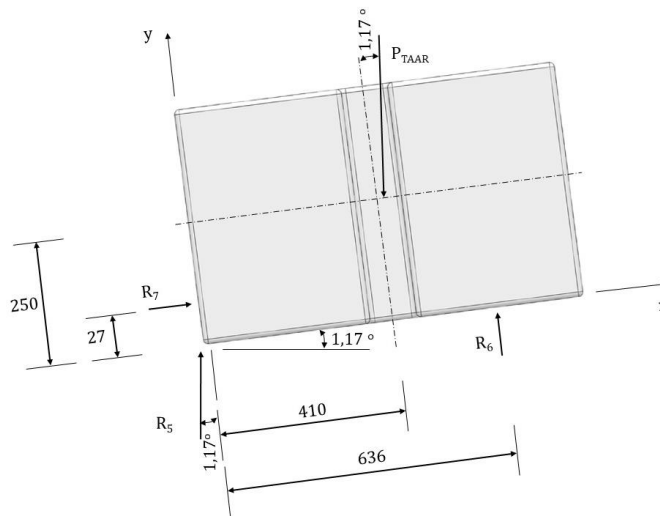


Figura 3.38 – Diagrama de corpo livre Tanque de Armazenamento de Água Residual (medidas de comprimento em mm).

Uma vez que o tanque de armazenamento de água residual tem uma massa, m_{TAAR} , igual a 12 kg e uma capacidade, V_{TAAR} , de 150 L, o peso do respetivo tanque cheio, P_{TAAR} , segundo a seguinte expressão:

$$P_{TAAR} = g * (m_{TAAR} + V_{TAAR} * \rho) \quad (3.6)$$

Resolvendo a expressão (3.6) e recorrendo às equações de equilíbrio estático do sistema de equações (3.1), resulta o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} R_5 * \sin 1,17^\circ + R_7 = P_{TAAR} * \sin 1,17^\circ = 32,5 \text{ N} \\ R_5 * \cos 1,17^\circ + R_6 = P_{TAAR} * \cos 1,17^\circ = 1588,7 \text{ N} \\ 0,636 * R_6 + P_{TAAR} * \sin 1,17^\circ * 0,250 = R_7 * 0,027 + P_{TAAR} * \cos 1,17^\circ * 0,410 \end{cases}$$

Sendo obtidos os seguintes valores aproximados de força:

$$\begin{cases} R_5 = 573 \text{ N} \\ R_6 = 1016 \text{ N} \\ R_7 = 21 \text{ N} \end{cases}$$

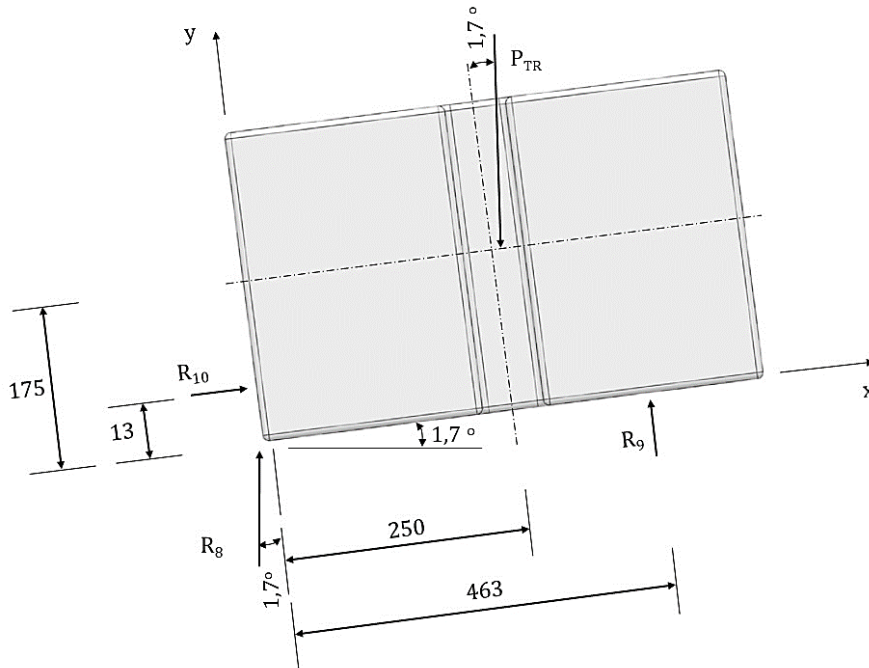


Figura 3.39 – Diagrama de corpo livre Tanque de Receção (medidas de comprimento em mm).

Na Figura 3.39 vemos ilustrado o diagrama de corpo livre do tanque de armazenamento, cujo peso, P_{TR} , é obtido recorrendo à seguinte expressão:

$$P_{TR} = g * (m_{TR} + V_{TR} * \rho) \quad (3.7)$$

Tendo o tanque de receção uma massa, m_{TR} , de 8 kg, uma capacidade, V_{TR} , de 95 L e recorrendo novamente ao sistema de equações (3.1), obtém-se o seguinte sistema:

$$\begin{cases} R_8 * \sin 1,7^\circ + R_{10} = P_{TR} * \sin 1,7^\circ = 29,963 \text{ N} \\ R_8 * \cos 1,7^\circ + R_9 = P_{TR} * \cos 1,7^\circ = 1009,556 \text{ N} \\ 0,463 * R_9 + P_{TR} * \sin 1,7^\circ * 0,175 = R_{10} * 0,013 + P_{TR} * \cos 1,7^\circ * 0,250 \end{cases}$$

Donde se retiram os seguintes valores aproximados de força:

$$\begin{cases} R_8 = 474 \text{ N} \\ R_9 = 534 \text{ N} \\ R_{10} = 16 \text{ N} \end{cases}$$

Uma vez estimadas as forças transmitidas pelo suporte do controlo e pelos tanques, temos todas as forças exercidas sobre a base obtidas. Este subconjunto irá assentar no solo, distribuindo as forças de reações sobre toda a superfície inferior da base. Na Figura 3.40, vemos ilustradas as referidas forças transmitidas à base.

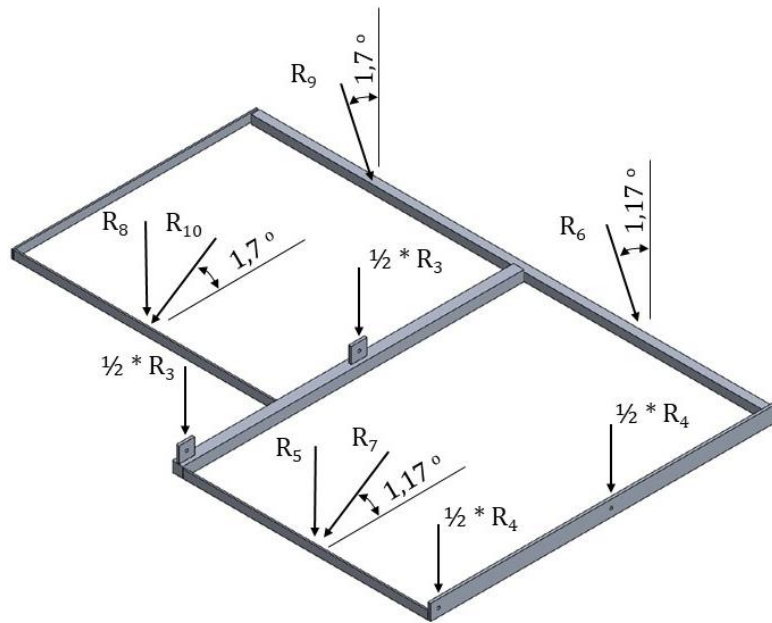


Figura 3.40 – Forças transmitidas à base.

Uma vez obtidas as forças exercidas sobre cada elemento da estrutura, passou-se à determinação das tensões máximas a que os elementos estruturais estarão sujeitos. Para obter os respectivos valores de tensões optou-se por recorrer à ferramenta de simulação do programa *Solidworks*. Efetuando uma análise estática à montagem completa da estrutura, o contacto entre componentes é definido como ligado, simulando as ligações entre componentes existente e toda a superfície inferior da base da estrutura, que irá estar simplesmente apoiada no solo, definida como um apoio deslizando.

De seguida as forças externas P_{Caixa} , F_1 , F_2 e F_3 são aplicadas nas arestas dos furos de passagem das ligações aparafusadas que transmitem as respetivas forças, dividindo-se pelo número de furos em cada ligação. Quanto às forças R_5 , R_6 , R_7 , R_8 , R_9 e R_{10} , estas são aplicadas nas arestas de contacto entre a estrutura e os tanques. A estrutura será toda composta por perfis normalizados de liga de alumínio (EN AW-6005), cujas propriedades podem ser verificadas em Anexo F1 – Propriedades Mecânicas de Diferentes Ligas de Alumínio, sendo então definido um material com as respetivas características. Por fim, é criada uma malha com um nível de refinamento máximo e feita correr a simulação, onde se verifica uma tensão máxima $\sigma_{mas} = 21,77$ MPa. Na Figura 3.41 é ilustrada a distribuição de tensões resultante da referida simulação.

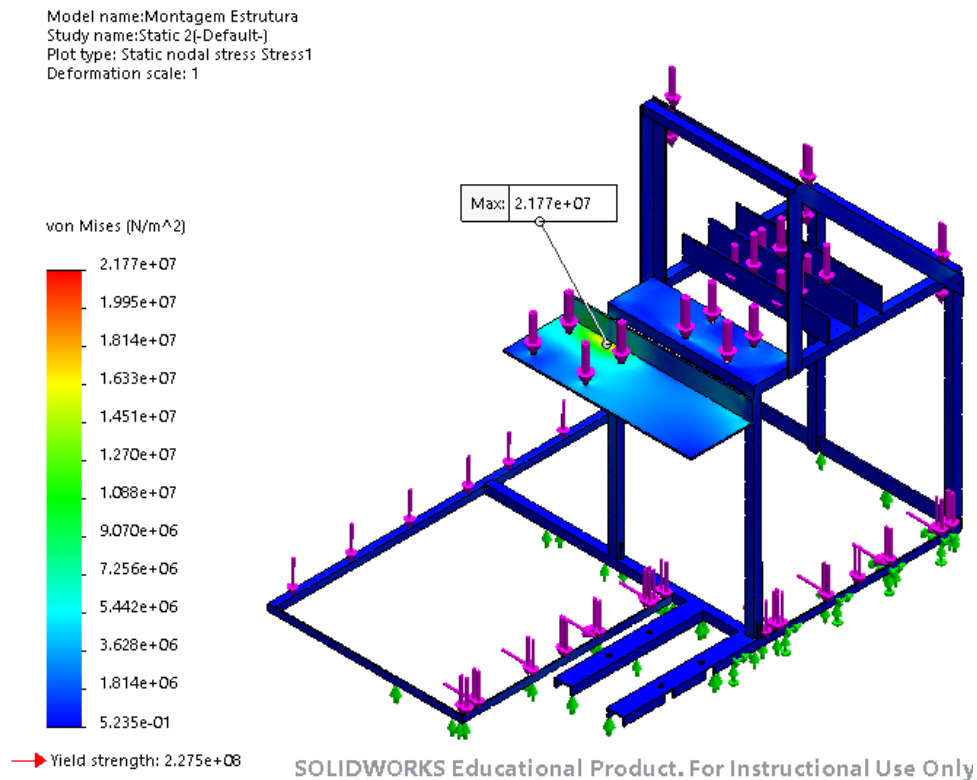


Figura 3.41 – Análise de tensões estática realizada no programa *Solidworks*.

Tendo em conta que se deseja obter uma estrutura com uma robustez suficiente para ser implementada em ambiente comercial/industrial, esta deve ser capaz de suportar a força exercida pelo operador no dispositivo.

De maneira a complementar a influência destas e outras forças e das simplificações efetuadas na análise de tensões e cálculos realizados, a tensão admissível considerada é:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ced}}{FS} \quad (3.8)$$

Onde:

$$\sigma_{ced} = 225 \text{ MPa}$$

$$FS = 2,5$$

Comparando a tensão máxima obtida na análise estática com a tensão admissível temos:

$$\sigma_{adm} = 90 \text{ MPa} > \sigma_{m\acute{a}x} = 21,8 \text{ MPa}$$

Ligações

Relativamente à ligação entre os elementos da estrutura, teremos os componentes das montagens da base, suporte de controlo e apoio PLC ligadas permanentemente através de soldaduras e, por sua vez, as restantes montagens ligadas por via de aparafusamento, possibilitando a montagem e desmontagem da estrutura conforme a Figura 3.35. As ligações soldadas efetuadas na estrutura são as identificadas na Tabela 3.14

Tabela 3.14 – Conjunto de ligações soldadas da estrutura.

Subconjunto	Ligação
Montagem Base	<ul style="list-style-type: none"> • Barra Central Base – Barra Inclinação Tanques • Barra Central Base – Cantoneira Batente TAAR • Barra Central Base – Cantoneira Batente TR • Barra Central Base – União Base-Suporte de Controlo • Barra Lateral Base 1 – Barra Inclinação Tanques • Barra Lateral Base 1 – Cantoneira Batente TAAR • Barra Lateral Base 2 – Barra Inclinação Tanques • Barra Lateral Base 2 – Cantoneira Batente TR
Montagem Suporte de Controlo	<ul style="list-style-type: none"> • Barra Central Suporte de Controlo (1) – Pé Suporte de Controlo 1 (x2) • Barra Central Suporte de Controlo (1) – Barra Lateral (1) • Barra Central Suporte de Controlo (1) – Barra Lateral (2) • Barra Central Suporte de Controlo (2) – Pé Suporte de Controlo 2 • Barra Central Suporte de Controlo (2) – Pé Suporte de Controlo 3 • Barra Central Suporte de Controlo (2) – Barra Lateral (1) • Barra Central Suporte de Controlo (2) – Barra Lateral (2)
Montagem Apoio PLC	<ul style="list-style-type: none"> • Cantoneira Direita 1 – Cantoneira Direita 2 • Cantoneira Esquerda 1 – Cantoneira Esquerda 2

De maneira a simplificar a construção da estrutura, optou-se por atribuir a mesma espessura para todos os cordões de soldadura existentes. Como tal, foi considerado o dimensionamento da soldadura na ligação mais solicitada, sendo esta a ligação entre as duas cantoneiras da montagem da base. Como indica a Figura 3.42, nesta ligação existem dois cordões de soldadura e verifica-se que existe tanto uma força paralela ao cordão de soldadura como uma força paralela a um dos catetos do cordão. Como forma de majoração, considera-se que a força R_1 é suportada apenas por um dos apoios.

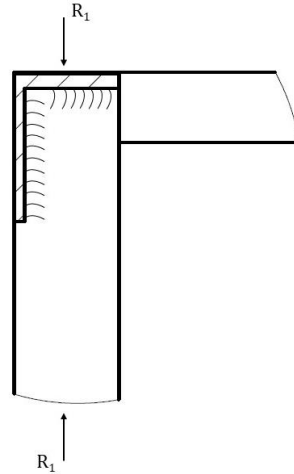


Figura 3.42 – Representação esquemática da ligação soldada entre as cantoneiras do apoio PLC.

No cordão de soldadura horizontal verifica-se o caso de uma força paralela a um dos catetos do cordão. Para a secção crítica da soldadura, calcula-se a tensão de comparação, σ_{COM} , segundo o critério de *Tresca*, recorrendo à seguinte expressão:

$$\sigma_{COM} = \frac{\sqrt{5} \times F}{h \times \Delta x} \quad (3.9)$$

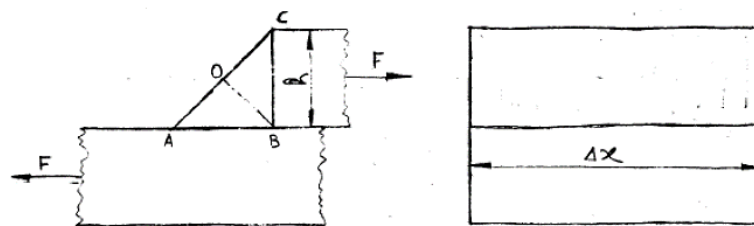


Figura 3.43 – Representação genérica soldadura com força paralela a um dos catetos. Características principais [25].

No caso da ligação horizontal, trata-se do caso de uma força paralela ao cordão e, analogamente à anterior, para a secção crítica temos:

$$\sigma_{COM} = \frac{2\sqrt{2} \times F}{h \times \Delta x} \quad (3.10)$$

Considerando uma espessura de soldadura, $h = 2 \text{ mm}$ e uma força, $F = R_I = 30 \text{ N}$, recorre-se às expressões (3.9) e (3.10) verificando que no pior dos cenários, ou seja, existindo apenas um dos cordões em funcionamento, a espessura de soldadura é suficiente.

$$\sigma_{COM} (\text{força paralela ao cateto}) = \frac{\sqrt{5} \times 30}{0,002 \times 0,027} = 1,24 \text{ MPa} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{COM} (\text{força paralela ao cordão}) = \frac{2\sqrt{2} \times 30}{0,002 \times 0,038} = 1,12 \text{ MPa} < \sigma_{adm}$$

Como anteriormente referido, a ligação dos subconjuntos Apoio PLC, Base Válvulas e Base ao Suporte de Controlo é realizada recorrendo a ligações não permanentes, sendo o Suporte de Controlo ligado à base através do pino de fixação em Anexo B1 – 03195-102306020 e as restantes ligações aparafusadas. Na Tabela 3.15 são apresentadas as ligações aparafusadas da estrutura e o respetivo número de parafusos.

Tabela 3.15 – Conjunto de Ligações aparafusadas da estrutura.

Ligação	Nº de Parafusos
Apoio PLC – Suporte Controlo	4
Base Válvulas – Suporte de Controlo	8

Novamente, em forma de simplificação, as respetivas ligações serão todas efetuadas em função da ligação mais solicitada e considerado o mesmo dimensionamento para as restantes, exceto as ligações definidas pelo componente a fixar, tais como a ligação da bomba de fornecimento, das válvulas e da caixa do PLC. No caso, a ligação mais solicitada será a da cantoneira que suporta a válvula de esgoto ao Suporte de Controlo, cujas forças são aplicadas como ilustrado na Figura 3.44.

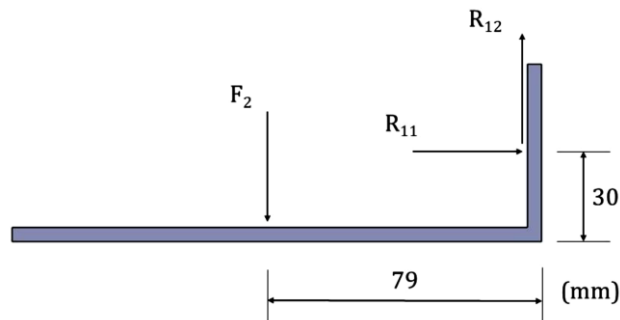


Figura 3.44 – Diagrama de corpo livre da cantoneira de base da válvula de esgoto.

De acordo com a expressão (3.1) é possível obter o seguinte sistema:

$$\begin{cases} 0,03 \times R_{11} = 0,079 \times F_2 \\ R_{12} = F_2 \end{cases}$$

Donde se retiram os seguintes valores de força de reação na ligação:

$$\begin{cases} R_{11} = 358 \text{ N} \\ R_{12} = 136 \text{ N} \end{cases}$$

A ligação da base da válvula de esgoto à base de suporte é realizada por meio de um par de parafusos. Na Figura 3.45 vêem-se ilustradas as forças atuantes sobre cada ligação individual, onde F_b representa a força exercida sobre o parafuso.

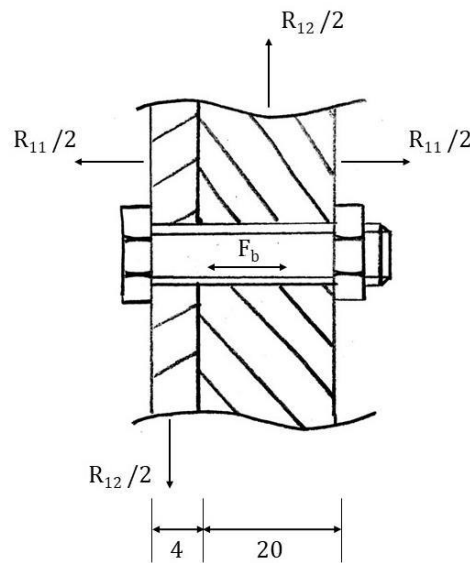


Figura 3.45 – Forças exercidas na ligação aparafusada base válvula de esgoto-suporte de controle.

Em relação ao tipo de carregamento da ligação, verifica-se que existem ambos os casos de uma força perpendicular ao eixo do parafuso e de uma força paralela ao eixo do parafuso. Relativamente ao primeiro caso, é necessário garantir uma força suficiente no parafuso para que os componentes ligados se mantenham fixos por ação do atrito estático entre os mesmos.

$$P_1 \leq \mu_{\text{alumínio-alumínio}} * F_b \quad (3.11)$$

Sendo o carregamento perpendicular ao eixo sobre o parafuso $P_1 = R_{12} / 2$ e considerando um coeficiente de atrito alumínio-alumínio $\mu_{\text{alumínio-alumínio}} = 1,05$ [26], têm-se que a força exercida sobre o parafuso dever ser:

$$F_b \geq 129,6 \text{ N}$$

De maneira a caracterizar o segundo tipo de carregamento, começa-se por definir as seguintes forças:

$$F_b = \frac{k_b}{k_b + k_m} * P_2 + F_i \quad (3.12)$$

$$F_m = \frac{k_b}{k_b + k_m} * P_2 - F_i \quad (3.13)$$

Onde F_b e F_m representam as forças resultantes no parafuso e nos elementos comprimidos, respetivamente, $P_2 = R_{II}/2$ define o carregamento paralelo ao eixo exercido sobre o parafuso e F_i a força de aperto inicial ($P_2 = 0$). Uma vez que os parafusos utilizados são roscados em todo o seu comprimento, a rigidez dos mesmos pode ser calculada recorrendo à seguinte expressão:

$$k_b = \frac{A_t * E_b}{l} \quad (3.14)$$

Sendo A_t a área transversal ou secção resistente, l o comprimento relativo da parte roscada e E_b o módulo de elasticidade longitudinal ou módulo de *Young* do parafuso.

Quanto à rigidez dos elementos comprimidos, esta pode ser calculada segundo a seguinte expressão:

$$k_m = \frac{0,577 * E_m * d * \pi}{2 * \ln \left(5 * \frac{0,577 * + 0,5 * d}{0,577 * + 2,5 * d} \right)} \quad (3.15)$$

Onde E_m representa o módulo de elasticidade longitudinal ou módulo de *Young* dos elementos comprimidos e d o diâmetro nominal ou diâmetro máximo do parafuso.

Tabela 3.16 – Dados utilizados no cálculo das ligações aparafusadas [27][28].

Dado	Valor	Unidade
d (M5)	5	mm
d_m (M5)	4,567	mm
d_c (M5)	8,77	mm
p (M5)	0,8	mm/rot
α	30	°

Tabela 3.16 – Dados utilizados no cálculo das ligações aparafusadas [27][28] (continuação).

Dado	Valor	Unidade
A_t (M5)	14,3	mm ²
l	24	mm
E_b (aço)	210	GPa
σ_{ced} (classe 4.6)	225	MPa
FS	1,5	-
E_m (alumínio)	70	GPa

Considerando os valores da Tabela 3.16, obtém-se os seguintes valores de rigidez:

$$\begin{cases} k_b = 1,25125 * 10^8 \text{ N/m} \\ k_m = 2,80194 * 10^8 \text{ N/m} \end{cases}$$

Definindo uma força de aperto inicial $F_i = 0,3 * \sigma_{ced} * A_t = 965,3 \text{ N}$ e substituindo o respectivo valor nas expressões (3.12) e (3.13), resultam os seguintes valores de força resultante sobre os elementos:

$$\begin{cases} F_b = 1020,6 \text{ N} \\ F_m = -841,6 \text{ N} \end{cases}$$

Como se pode observar no resultado anterior, o parafuso encontra-se à tração enquanto os elementos a ligar sofrem compressão, tal como desejado. Uma vez definidas as características dos elementos ligantes e obtida a respetiva força de aperto inicial, F_i , passa-se à verificação da resistência do parafuso. Num par conjugado de fusos existem três modos de falhas possíveis:

1. Tensão normal no fuso macho;
2. Tensão de corte nos filetes dos fusos;
3. Pressão média nos flancos dos fusos.

Tratando-se de uma rosca métrica triangular normalizada, sabe-se que o seu dimensionamento obedece a uma condição de igual resistência associada à tensão normal no fuso macho e à tensão de corte nos filetes do mesmo fuso.

Desta forma, a verificação da resistência do parafuso pode-se realizar de acordo com o modo de falha provocado pela tensão normal no fuso macho, obtida segundo a seguinte expressão:

$$\sigma_b = \frac{F_i}{A_t} \quad (3.16)$$

Substituindo os respectivos valores na expressão (3.16), obtém-se o seguinte valor de tensão normal no parafuso:

$$\sigma_b = 71,37 \text{ MPa}$$

Considerando os valores de tensão de cedência, σ_{ced} , e fator de segurança, FS , apresentados na Tabela 3.16, verifica-se que um parafuso M5 de classe 4.6 é adequado para suportar o carregamento aplicado.

$$\sigma_b = 71,37 \text{ MPa} < \sigma_{adm} = 150 \text{ MPa}$$

Uma vez confirmada a escolha das dimensões e classe de resistência do parafuso, é calculado o momento de aperto, T_a , necessário para que a ligação seja devidamente efetuada através da seguinte expressão, considerando a coroa de atrito provocada pela cabeça do parafuso:

$$T_a = F_i * \frac{d_m(\pi * \mu * d_m * \sec(\alpha) + p)}{2(\pi * d_m - \mu * l * \sec(\alpha))} + F_i * \frac{\mu_c * d_c}{2} \quad (3.17)$$

Tratando-se de uma ligação de elementos de alumínio com parafusos de aço, os coeficientes de atrito μ e μ_c considerados são iguais a $\mu_{aço-alumínio} = 0,61$ [26]. Com isto e substituindo as variáveis da expressão (3.17) com os respectivos valores apresentados na Tabela 3.16 resulta no seguinte valor de momento de aperto mínimo:

$$T_a = 4,3 \text{ N.m}$$

3.6.5 Componentes e Materiais

Nesta secção pretende-se expor todos os componentes e materiais seleccionados para o presente projeto, juntamente com as suas especificações técnicas relevantes. Informação técnica completa e respetivos desenhos encontram-se em Anexos, identificados com o respetivo código do produto presente na lista de componentes seguidamente apresentada. Na Tabela 3.17 é apresentada a lista de componentes funcionais do dispositivo.

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações.

#	Componente	Especificações
1	Tanque de Armazenamento TANS150NA5 [29] <i>(Wydale Plastics)</i>	Capacidade: 150 L Dimensões Gerais: 820 x 450 x 500 mm Massa: 12 kg Temperatura Máxima do Fluido: 70 ° C Material: Polietileno de Média Densidade (MDPE) Diâmetro Saída: 1 “ BSP F
2	Tanque de Receção T95FNA5 [30] <i>(Wydale Plastics)</i>	Capacidade: 95 L Dimensões Gerais: 620 x 500 x 350 mm Massa: 8 kg Temperatura Máxima Fluido: 70 ° C Material: Polietileno de Média Densidade (MDPE) Diâmetro Saída: ¾ “ BSP F
3	Bomba de Fornecimento CME5-3 A-R-G-E-AQQE [31] <i>(Grundfos)</i>	Potência Nominal: 1,1 kW Frequência da Rede: 50 Hz Tensão Nominal: 1 ~ 200 - 240 V Corrente Nominal: 6,70 - 5,60 A Velocidade Nominal: 360 - 4000 RPM Diâmetro Entrada: Rp 1 ¼ “ (BSPT F) Diâmetro Saída: Rp 1 “ (BSPT F) Pressão Máxima de Funcionamento: 16 bar (temperatura ambiente = 90 ° C) Massa: 15,2 kg Dimensões Gerais: 328 x 233 x 212 mm
4	Bomba de Esgoto ABS MF 154 HW [32] <i>(Sulzer)</i>	Potência Nominal: 0,42 kW Frequência da Rede: 50 Hz Tensão Nominal: 1 ~ 200 - 240 V Corrente Nominal: 2,80 A Velocidade Nominal: 2900 RPM Diâmetro Saída: G 1 “ (BSPP F) Temperatura Máxima do Fluido: 80 ° C Passagem de Detritos Sólidos: até 20 mm Massa: 8,5 kg Dimensões Gerais: 328 x 233 x 212 mm

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações (continuação).

#	Componente	Especificações
5	Válvula de Fornecimento D31DAXR4B [33] <i>(Assumed Automation)</i>	Atuador: Elétrico Tensão de Funcionamento: 24 Vdc Número de Vias: 3 vias Configuração da Porta: L Port – Flow Plan A Diâmetro Entradas/Saídas: ¾ “ FNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 28 bar Temperatura Máxima do Fluido: 160 ° C
6	Válvula de Esgoto G31DAXR4B [34] <i>(Assumed Automation)</i>	Atuador: Elétrico Tensão de Funcionamento: 24 Vdc Número de Vias: 3 vias (2 posições) Configuração da Porta: L Port – Flow Plan A Diâmetro Entradas/Saídas: 1 ½ “ FNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 28 bar Temperatura Máxima do Fluido: 160 ° C
7	Válvulas de Lavagem 2036BV06TB [35] <i>(Assumed Automation)</i>	Atuador: Elétrico Tensão de Funcionamento: 24 Vdc Número de Vias: 2 vias (2 posições) Posição Mola de Retorno: Normalmente Fechada (NC) Diâmetro Entradas/Saídas: ¾ “ FNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 15,5 bar Temperatura Máxima do Fluido: 80 ° C
8	Canalização de Fornecimento / Lavagem SS - UT * * * * - * * * - PB (1) [36] <i>(Swangelok)</i>	Material: Perfluoroalcoxi-alcanos (PFA) Diâmetro: ¾ “ / 1” Pressão Máxima de Funcionamento: 20,6 bar / 17,2 bar Temperatura Máxima do Fluido: 204 ° C

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações (continuação).

#	Componente	Especificações
9	Canalização de Esgoto SS - UT * * * * - * * * - PB (2) [36] (Swangelok)	Material: Perfluoroalcoxi-alcanos (PFA) Diâmetro: 1 ½ “ Pressão Máxima de Funcionamento: 13,7 bar Temperatura Máxima do Fluido: 204 ° C
10	Conectores Tubagem [36] (Swangelok)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: ¾ “ / 1” / 1 ½ “ (NPT/ISO BSP) Pressão Máxima de Funcionamento: determinada pela tubagem
11	Mangueira de Fornecimento Máquina de Lavar H1302 05 05 100 [37] (Genebre)	Material: EPDM / Latão CW617N Diâmetro: ¾ “ Conexão: ¾ “ x ¾ “ (BSPP M x BSPP F) Pressão Máxima de Funcionamento: 10 bar Temperatura Máxima do Fluido: 90 ° C
12	Filtro Bomba de Fornecimento YS-800 [38] (Modentic)	Diâmetro: 1 ¼ “ BSPT F Pressão Máxima de Funcionamento: 40 bar Passagem de Partículas até: 1 mm Temperatura Máxima do Fluido: 180 ° C
13	Válvula de Retenção 1 (Bomba de Esgoto) SC-200 [39] (Modentic)	Diâmetro: 1 ½ “ BSPT F Pressão Máxima de Funcionamento: 16 bar Pressão de Abertura: 0,15 bar Temperatura Máxima do Fluido: 180 ° C
14	Válvula de Retenção 2 (Bomba de Fornecimento) YSP-800 [40] (Modentic)	Diâmetro: 1 “ BSPT F Pressão Máxima de Funcionamento: 40 bar Pressão de Abertura: 0,15 bar Temperatura Máxima do Fluido: 180 ° C

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações (continuação).

#	Componente	Especificações
15	Conector Junta T - Válvula de Fornecimento HN12N [41] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: ¾ “ MNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
16	Conector Bomba de Fornecimento - Válvula de Retenção 2 e Cotovelos HN16 [41] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 “ BSPT M Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
17	Conector Bomba de Fornecimento – Filtro HN20 [41] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 ¼ “ BSPT M Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
18	Conector Bomba de Esgoto - Válvula de Retenção 1 HN24 [41] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 ½ “ BSPT M Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
19	Conector Válvula de Lavagem – Canalização 12-HLMM-3NB [42] (Rotarex)	Material: Latão Diâmetro: ¾ “ MNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 248 bar Temperatura Máxima do Fluido: 204 ° C
20	Redutor Bomba de Fornecimento RB2016 [43] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 ¼ “ x 1 “ (ISO BSP) Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
21	Redutor Válvula de Retenção 2 RB1612 [43] (Nero)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 “ x ¾ " (ISO BSP) Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações (continuação).

#	Componente	Especificações
21	Junta T B-12-T [44] (Swagelok)	Material: Latão Diâmetro: ¾ “ FNPT Pressão Máxima de Funcionamento: 172 bar Temperatura Máxima do Fluido: 204 ° C
22	Cotovelo 90 ° 0092 06 [45] (Genebre)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 “ x 1 “ (BSPT M x BSPT F) Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
23	Cotovelo 45 ° 0120 06 [46] (Genebre)	Material: Aço Inox 316 Diâmetro: 1 “ x 1 “ (BSPT F x BSPT F) Pressão Máxima de Funcionamento: 20 bar Temperatura Máxima do Fluido: 220 ° C
24	Fixação Válvula de Fornecimento 3176T48 [47] (McMaster-Carr)	Material: Plástico / Aço Galvanizado Tipo de Fixação: Parafuso U Diâmetro rosca: ¼ “ – 20 (UNC)
25	Fixação Válvula de Esgoto 3176T36 [47] (McMaster-Carr)	Material: Plástico / Aço Galvanizado Tipo de Fixação: Parafuso U Diâmetro rosca: 3/8 “ – 16 (UNC)
26	Fixação Válvula de Lavagem 3179T32 [47] (McMaster-Carr)	Material: Plástico / Aço Galvanizado Tipo de Fixação: Parafuso U Diâmetro rosca: ¼ “ – 20 (UNC)
27	Fixação Base – Suporte de Controle 03195-102306020 [48] (Norelem)	Material: Aço Inox Tipo de Fixação: Pino de Encaixe Diâmetro: 6 mm

Tabela 3.17 – Lista de componentes e respectivas especificações (continuação).

#	Componente	Especificações
28	Sensor de Nível LA322E-M12 [49] <i>(Eicos)</i>	Material: Poliftalamida (PPA) Tensão de Funcionamento: 24 Vdc Fixação: Junta de Compressão M12 Pressão Máxima de Funcionamento: 2 bar Temperatura Máxima do Fluido: 125 ° C
29	PLC TSX3705028DR1 [50] <i>(Schneider Electric)</i>	Tensão Primária: 100 - 240 Vdc / 90 - 264 Vca Frequência da Rede: 50 - 60 Hz Potência Secundária Útil: 24 W Número de Entradas / Saídas: 12 para relé Dimensões Gerais: 187,3 x 151 x 152 mm Massa: 2,37 kg
30	Caixa Painel de Controlo NSYPLM54PG [51] <i>(Schneider Electric)</i>	Material: Poliéster reforçado com fibra de vidro Dimensões Gerais: 530 x 430 x 200 mm Tipo de Fixação: Montado na parede

De seguida, na Tabela 3.18, são identificados os perfis normalizados utilizados como elementos estruturais na conceção da estrutura.

Tabela 3.18 – Lista de componentes estruturais.

#	Componente	Especificações	Ref.
1	Barra Central Base	Tipo de Perfil: Barra Quadrada 20x20 Massa: 1080 g/m	9004 [52] <i>(Etem)</i>
2	Pé Suporte de Controlo 1		
3	Pé Suporte de Controlo 2		
4	Pé Suporte de Controlo 3		
5	Barra Central Suporte de Controlo		
6	Barra Lateral Suporte de Controlo		
7	Barra Central Apoio PLC	Barra Quadrada 15x15 Massa: 607 g/m	17144 [52] <i>(Etem)</i>
8	Barra Inclinação Tanques		

Tabela 3.18 – Lista de componentes estruturais (continuação).

#	Componente	Especificações	Ref.
9	Base Válvula de Fornecimento	Barra Retangular 106x2,9 Massa: 830 g/m	30155 [52] (Etem)
10	Barra Lateral Base 1	Barra Retangular 30x5	9045 [52]
11	União Base-Suporte de Controle	Massa: 405 g/m	(Etem)
12	Barra Lateral Base 2	Barra Retangular 15x3 Massa: 121 g/m	11094 [52] (Etem)
13	Cantoneira Batente Tanque de Armazenamento	Tipo de Perfil: Cantoneira 15x15x3	4140 [52]
14	Cantoneira Batente Tanque de Receção	Massa: 218 g/m	(Etem)
15	Cantoneira Direita 1	Tipo de Perfil: Cantoneira 30x30x3 Massa: 461 g/m	4102 [52] (Etem)
16	Cantoneira Direita 2		
17	Cantoneira Esquerda 1		
18	Cantoneira Esquerda 2		
19	Base Válvula de Esgoto	Tipo de Perfil: Cantoneira 150x50x4 Massa: 2117 g/m	17035 [52] (Etem)
20	Base Válvula de Lavagem	Tipo de Perfil: Cantoneira 65x55x2,5 Massa: 1147 g/m	17191 [52] (Etem)
21	Apoio Bomba de Fornecimento	Tipo de Perfil: Perfil U 40x20x3 Massa: 599 g/m	5244 [52] (Etem)

Uma vez mencionados os componentes implementados na solução obtida e a estrutura que os acomoda, falta ainda uma referência a outros materiais utilizados. Na Tabela 3.19 são identificados o vedante utilizado nas conexões da canalização e o adesivo aplicado na ligação dos bocais dos tanques aos mesmos.

Tabela 3.19 – Outros componentes e materiais.

Componente	Especificações
Vedante Canalização	Tipo de Vedante: Fita PTFE
MS-STR-8 [53]	Material: Politetrafluoretileno (PTFE)
(Swagelok)	Temperatura Máxima do Fluido: 125 ° C
Adesivo Bocais	Tipo de Adesivo: Pasta de Silicone
08663 [54]	Material: Silicone
(3M)	Temperatura Máxima de Funcionamento: 204 ° C

Alcançada a configuração final da solução, com as suas funcionalidades e componentes selecionados, as especificações de projeto devem ser redefinidas de modo a caracterizar mais precisamente as capacidades e limitações do produto final. Na Tabela 3.20 é apresentado o conjunto de especificações do produto final.

Tabela 3.20 – Conjunto de especificações do produto final.

#	Especificação	Valor	Unidade
1	Potencial de Poupança de Água	130	L / ciclo
2	Capacidade de Admissão de Água Residual Instantânea	95	L
3	Capacidade de Armazenamento de Água	150	L
4	Pressão de Fornecimento de Água	4	bar
5	Conexão de Entrada Fornecimento (Válvula de Fornecimento)	¾	“(FNPT)”
6	Diâmetro Máximo Entrada Tanque de Receção	90	mm

Tabela 3.20 – Conjunto de especificações do produto final (continuação).

#	Especificação	Valor	Unidade
7	Tempo Mínimo de Drenagem Tanque de Receção	40	s
8	Tensão de Funcionamento	1 ~ 200 – 240	V
9	Frequência de Rede	50	Hz
10	Dimensão de Implantação	1138x999x1053	mm
11	Peso Líquido Aproximado	75,6	kg
12	Peso Bruto Aproximado	320,6	kg

3.6.6 Automação do Dispositivo

Como especificado na fase concetual, uma vez que se pretende conceber um produto modular para adição em espaços comerciais, o dispositivo deverá funcionar automaticamente. O objetivo é que apenas seja necessário o utilizador ligar o dispositivo antes do primeiro ciclo de lavagem no início do período de funcionamento do estabelecimento e, por sua vez, desligá-lo no término das operações do estabelecimento. De forma a gerir automaticamente o armazenamento de água no tanque, a drenagem de água residual e o fornecimento de água à máquina de lavar, é necessário que este dispositivo seja capaz de identificar a fase do ciclo de lavagem em que se encontra a máquina de lavar, assim como controlar o fluxo de água ao longo do sistema. Toda esta informação é processada e controlada eletronicamente através do *Módulo de Controlo*, que é composto por um controlador lógico programável (PLC) e três sensores de nível (cheio, baixo e vazio).

Como expresso no diagrama de funcionamento ilustrado na Figura 3.30, o controlador lógico processa a informação que recebe da bomba de esgoto, eventualmente recorrendo a um contador ligado à respetiva bomba, e dos três sensores de nível de forma a controlar o fluxo de água no sistema através operação elétrica das válvulas eletromecânicas instaladas, de acordo com a fase em que se encontra o ciclo de lavagem e o estado do tanque de armazenamento. A automação do dispositivo deve incluir as seguintes funcionalidades:

- Controlo da quantidade de água contida no tanque de armazenamento;
- Identificação da fase do ciclo de lavagem em que se encontra a máquina de lavar;
- Seleção do tipo de água a fornecer à máquina de lavar;
- Seleção do destino da água residual admitida no tanque de receção.

Uma vez ligado o dispositivo, os sensores de nível irão fornecer informação sobre a quantidade de água contida no tanque de armazenamento e, de seguida, é selecionado o tipo de água introduzido na máquina de lavar através da operação da válvula de fornecimento. Caso a informação recebida pelos sensores indique que o tanque está cheio, é sabido que a quantidade de água no tanque de armazenamento é suficiente, sendo então as válvulas de lavagem e de esgoto operadas de maneira a controlar o fluxo de água ao longo sistema segundo o especificado na Tabela 3.11. Caso o nível de água indicado for baixo, ou seja, enquanto o nível de água armazenada é suficiente para, pelo menos, uma fase do ciclo de lavagem, o fornecimento de água à máquina de lavar é feito pelo tanque de armazenamento. Caso contrário, o abastecimento é realizado por parte do tanque de armazenamento na fase em que se encontra, sendo de seguida alterado o abastecimento à máquina de lavar para o fornecimento previamente instalado no estabelecimento comercial com a válvula de lavagem devidamente posicionada até que haja água residual armazenada suficiente para completar pelo menos uma fase de lavagem. O estado do tanque de armazenamento controla, não só, a gestão do fornecimento de água à máquina de lavar, mas também a gestão da água residual drenada pela respetiva máquina, sendo que no caso em que o estado do tanque de armazenamento indique um nível cheio, a válvula de esgoto deverá escoar a água residual para o esgoto até que o sensor de nível alto deixe de receber informação.

O funcionamento até agora descrito será especificado como MODO NORMAL de funcionamento do dispositivo. Este deverá ainda estar preparado para realizar uma lavagem automática do sistema, nomeadamente dos tanques, onde água nova é introduzida no tanque de receção para que esta circule por todo o sistema e depois drenada para o esgoto. Como tal, existe também um MODO AUTO-LAVAGEM, onde as válvulas de lavagem 1 e 2 são operadas de maneira a introduzir água nova no tanque de receção até que a bomba de esgoto entre em funcionamento, sendo depois esta água bombeada para o tanque de armazenamento e, por fim, reintroduzida no tanque de receção para ser drenada para o esgoto. A sequência de operações efetuada durante o MODO AUTO-LAVAGEM é a seguinte:

- Introdução de água nova no tanque de receção através da abertura da válvula de lavagem 1;
- Seleção do tanque de armazenamento como destino da água na válvula de esgoto;
- Fecho da válvula de lavagem 1 quando a bomba de esgoto entra em funcionamento;
- Abertura da válvula de lavagem 2 quando a bomba de esgoto para de funcionar;
- Seleção do esgoto como destino da água na válvula de esgoto;
- Fecho da válvula de lavagem 2 quando o sensor de nível vazio do tanque de armazenamento estiver ativo.

Para além dos dois modos de funcionamento já descritos, o dispositivo deverá ainda permitir que se realize uma drenagem do tanque de armazenamento a qualquer momento, tanto para evitar que o respetivo tanque ultrapasse a sua capacidade aquando de um ciclo de auto-lavagem, como também no caso de necessidade em intervenções de manutenção ou reparação do dispositivo. Como tal, o sistema de controlo deverá estar programado com uma FUNÇÃO DESCARGA, onde é aberta a válvula de lavagem 1 para drenar a água contida no tanque de armazenamento para o tanque de receção até que o sensor de nível vazio seja ativado, enquanto a válvula de esgoto é operada no sentido de escoar a água para o esgoto de forma automática devido às características de funcionamento da bomba de esgoto.

3.6.7 Montagem do Dispositivo

Uma vez concebido o produto, é possível definir a sequência de montagem apropriada para este equipamento. Inicialmente devem ser realizadas todas as ligações permanentes existentes, sendo estas as ligações soldadas da base, do suporte controlo e apoio PLC da estrutura, dando depois início à montagem do dispositivo com a construção da estrutura. Primeiro a base é colocada na posição de funcionamento do sistema, atrás da máquina de lavar com que irá trabalhar, numa área livre considerando as dimensões de implantação do produto especificadas. De seguida, é efetuada a montagem do suporte controlo, sendo depois acoplado à base com os respetivos pinos de fixação. Para finalizar a montagem da estrutura são realizadas todas as ligações aparafusadas, nomeadamente as das bases das válvulas ao suporte controlo e da montagem do apoio do PLC, obtendo uma estrutura com uma configuração como demonstrado na Figura 3.46.

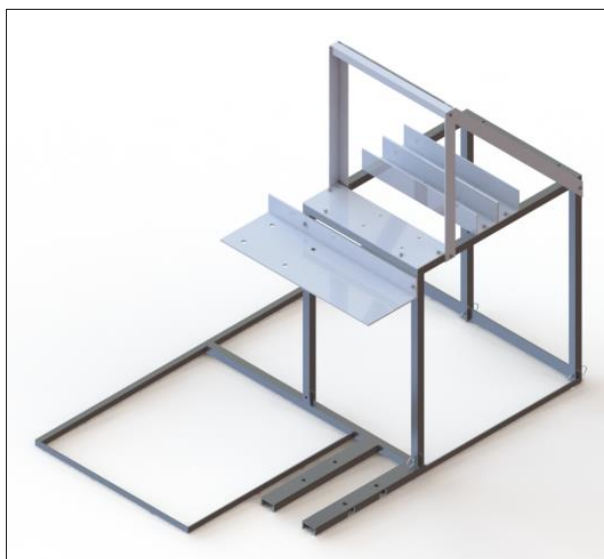


Figura 3.46 – Montagem da estrutura.

Seguidamente passa-se à fase de montagem das válvulas e bomba de fornecimento na estrutura, como representado na Figura 3.47, sendo antes necessário finalizar as montagens dos respetivos componentes com os seus acessórios. De modo a garantir a estanquicidade do sistema, a ligação dos acessórios de canalização da referida bomba e válvulas deve ser complementada com a implementação de vedantes apropriados, no caso fita de politetrafluoretileno (PTFE).

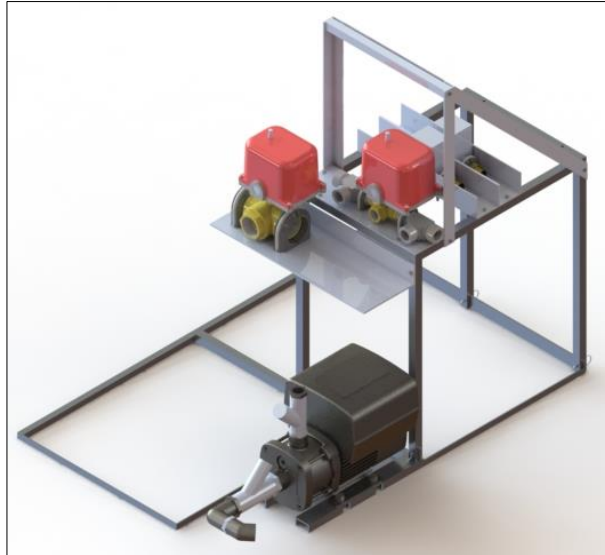


Figura 3.47 – Montagem da estrutura, bomba de fornecimento e válvulas.

Uma vez executados os passos anteriores, devem ser realizadas as montagens dos tanques, começando pela instalação da bomba de esgoto e respetivos acessórios dentro do tanque de receção. Após o posicionamento da bomba, são ligados todos os bocais de ambos os tanques com pasta de silicone e instalados os acessórios do tanque de armazenamento, como as conexões da canalização e os sensores. Depois de montados todos os componentes dos tanques do sistema, estes são acomodados na estrutura, como ilustrado na Figura 3.48, juntamente com a caixa do painel de controlo, sendo de seguida montado o controlador lógico programável (PLC) dentro da respetiva caixa e realizada a instalação elétrica do sistema.

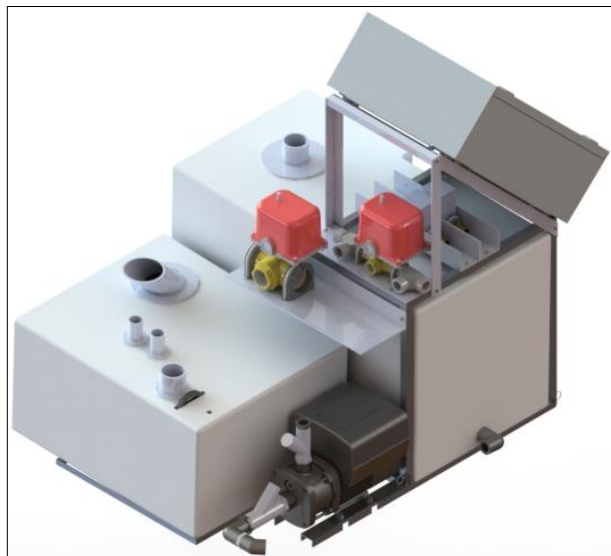


Figura 3.48 – Montagem completa sem canalização.

Por último, a disposição do dispositivo deve ser devidamente corrigida em função do posicionamento da máquina de lavar com que irá trabalhar para finalizar a montagem do dispositivo com a instalação da canalização, como exemplificado na Figura 3.49. Novamente, de modo a garantir a estanquicidade do sistema, deve-se recorrer a fita PTFE para complementar todas as conexões da canalização.

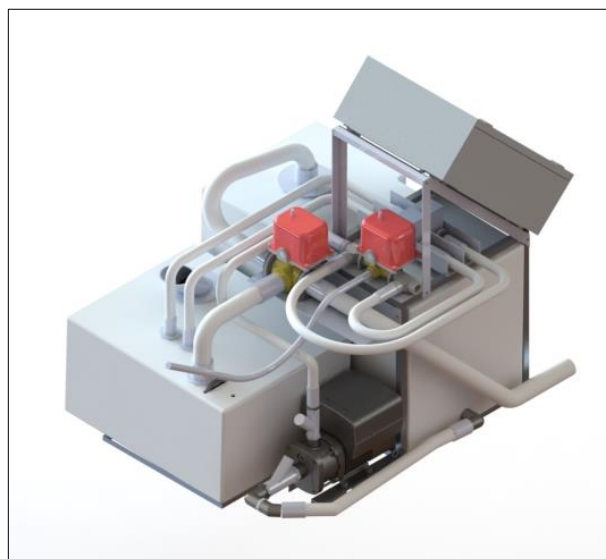


Figura 3.49 – Montagem completa com canalização.

3.6.8 Orçamentação do Projeto

Nesta secção pretende-se expor os dados utilizados na estimativa do custo de aquisição dos componentes. Na Tabela 3.21 apresentam-se os preços dos componentes a que foi possível ter acesso, com o objetivo de realizar uma orçamentação aproximada da construção do produto.

Tabela 3.21 – Custo de aquisição dos componentes do produto.

Referência	Quant.	Valor Unitário	Valor
TANS150NA5	1,00	99,80	99,80
T95FNA5	1,00	83,30	83,30
CME5-3 A-R-G-E-AQQE	1,00	1322,00	1322,00
ABS MF 154 HW	1,00	592,10	592,10
D31DAXR4B	1,00	391,70	391,70
G31DAXR4B	1,00	577,70	577,70
2036BV06TB	2,00	164,00	328,00
H1302 05 05 100	1,00	4,73	4,73
YS-800	1,00	19,20	19,20
SC-200	1,00	22,6	22,6
HN12N	2,00	7,10	14,20
HN16	2,00	7,50	15,00
HN20	1,00	11,40	11,40
HN24	1,00	14,60	14,60
RB2016	1,00	10,70	10,70
RB1612	1,00	6,50	6,50
3176T48	1,00	5,60	5,60
3176T36	1,00	7,85	7,85
3179T32	1,00	5,40	5,40
03195-102306020	3,00	4,10	12,30
LA322E-M12	3,00	19,30	57,90
TSX3705028DR1	1,00	560,00	560,00
NSYPLM54PG	1,00	131,00	131,00
TOTAL			4293,58

Capítulo 4 - Considerações Finais

Chegando ao final da presente dissertação é feita uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido, nomeadamente acerca da viabilidade de implementação e do cumprimento dos objetivos do produto projetado. Como já referido, o efeito prático da aplicação do sistema projetado é a potencial redução de 30 % do consumo de água em cada ciclo. Embora o principal objetivo deste trabalho seja cumprido com valores de poupança aceitáveis, feita a orçamentação do projeto verifica-se que a implementação deste tipo de equipamento ainda é economicamente inviável devido ao preço de aquisição do dispositivo e ao baixo preço da água praticado à data da realização da presente dissertação. Segundo os valores que foram possíveis apurar, apenas o custo de aquisição do sistema ascende os 4293,58 €, sendo que com a implementação do mesmo será possível alcançar uma redução nos custos anuais de consumo de água até 573 €. De notar que neste custo de aquisição não são incluídos os custos da mão-de-obra nem custos de operação do dispositivo. O facto de a implementação deste sistema não ser economicamente viável pode representar uma barreira à adoção deste sistema de poupança de água por parte das lavandarias. No entanto, convém salientar que, dada a natureza concetual do projeto, o produto foi desenvolvido com o intuito de funcionar em conjunto com apenas uma máquina de lavar. Eventualmente, o custo específico do sistema pode ser reduzido com a ampliação do mesmo para funcionamento com várias máquinas de lavar, maximizando também o valor do dispositivo.

Nesta fase, diante de toda a informação recolhida no decorrer deste trabalho e dada a urgência do tema da gestão dos recursos hídricos disponíveis, o autor é levado a concluir que atualmente o preço da água praticado é demasiado reduzido para possibilitar a implementação de sistemas do género do produto projetado ou mesmo sistemas mais complexos e com melhor aproveitamento da água. No entanto, ignorando a componente económica e evidenciando a motivação ambiental do projeto, com o trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação verifica-se que é possível alcançar uma redução substancial do consumo de água com a implementação de um sistema simples recorrendo à reutilização de água proveniente apenas de fases menos contaminadas. Hipoteticamente, se todas as 11 000 lavandarias da Europa implementassem um sistema idêntico, seria possível poupar cerca de 11 760 000 m³ de água, o que equivale ao consumo de água da Área Metropolitana de Lisboa em cerca de 15 dias.

Eventualmente, no futuro poderão vir a ser desenvolvidos outros sistemas mais eficientes, recorrendo a componentes para desinfecção e filtração da água residual produzida pelas máquinas de lavar, conseguindo, desta forma, uma redução muito superior à alcançada com o dispositivo projetado.

Referências Bibliográficas

- [1] P. H. Gleick, *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*, vol. 70, no. 3. New York: Oxford University Press, 1993.
- [2] I. of M. (US) C. on M. Nutrition and B. M. Marriott, "Water Requirements During Exercise in the Heat," in *Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations*, National Academies Press (US), 1993.
- [3] EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres S. A., "Ciclo da Água." [Online]. Available: <https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/comunicação-ambiental/ciclo-da-água>. [Accessed: 17-Feb-2020].
- [4] NASA Climate 365 project, "Graphic: Earth's temperature record – Climate Change: Vital Signs of the Planet." [Online]. Available: https://climate.nasa.gov/climate_resources/9/graphic-earths-temperature-record/. [Accessed: 30-Jan-2019].
- [5] European Environment Agency (EEA), "Use of freshwater resources - Indicator Assessment," *Water*, vol. 63, pp. 74–85, 2018.
- [6] Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens (CNPGB)/Agência Portuguesa do Ambiente (APA), "Barragens de Portugal." [Online]. Available: http://cnpgb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/AA.htm#A. [Accessed: 07-Feb-2019].
- [7] World Bank, "Thirsty Energy: Securing Energy in a Water-Constrained World," 2014. [Online]. Available: <http://www.worldbank.org/en/topic/water/brief/water-energy-nexus>. [Accessed: 07-Feb-2019].
- [8] Associação Portuguesa do Ambiente (APA), "Programa Nacional para o uso Eficiente da Água: Implementação 2012-2020," 2012.
- [9] United Nations - Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), "Water scarcity | International Decade for Action 'Water for Life' 2005-2015." [Online]. Available: <https://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>. [Accessed: 26-Feb-2020].
- [10] C. Swartz, G. Swanepoel, P. Welz, C. Muanda, and A. Bonga, "NATSURV 8: Water and Wastewater Management in the Laundry Industry," Gezina, 2017.


- [11] Hitachi Ltd., “BD-W75AAE: Hitachi Home Appliances.” [Online]. Available: <https://www.homeappliances.hitachi.com/id/ind/products/washing-machine/front-loading/bd-w75aae.html>. [Accessed: 10-Feb-2019].
- [12] NaturalTec, “Lavanderia - Reuso de Água – Tratamento de Água para Reuso em Lavanderia.” [Online]. Available: <http://www.naturaltec.com.br/eta-reuso-lavanderia/>. [Accessed: 11-Feb-2019].
- [13] College of Agricultural Consumer and Environmental Sciences/New Mexico State University, “Safe Use of Household Greywater: Guide M-106,” 1994.
- [14] E. Tilley, L. Ulrich, P. Reymond, and C. Lüthi, *2nd edition of the Compendium of Sanitation Systems and Technologies*, vol. 15. EAWAG - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 2014.
- [15] Russell Finex, “Solid Liquid Separator | Centrifugal Separator.” [Online]. Available: [https://www.russellfinex.com/en/lp/solid-liquid-separator/?param1=centrifugal solid liquid separator&gclid=EAIaIQobChMIwoGpnZW6AIVi8reCh0q4wmHEAAYASAAEgKF0_D_BwE](https://www.russellfinex.com/en/lp/solid-liquid-separator/?param1=centrifugal%20solid%20separator&gclid=EAIaIQobChMIwoGpnZW6AIVi8reCh0q4wmHEAAYASAAEgKF0_D_BwE). [Accessed: 21-Mar-2020].
- [16] Ferrum Ltd., “Pusher centrifuges from Ferrum and Escher Wyss for solid-liquid separation.” [Online]. Available: https://www.ferrum.net/en/gbz/products/pusher-centrifuges/function_pusher.php#tab_325e0c5c3cb1af2d12c7c4c511c1adb1_2. [Accessed: 12-Feb-2019].
- [17] Rousselet Robatel, “Liquid/Liquid Centrifugal Separators - Type BXP.” [Online]. Available: <http://www.rousselet-robatel.com/chemical-fine-chemical-pharmaceutical/liquidliquid-centrifugal-separators-type-bxp/>. [Accessed: 21-Mar-2020].
- [18] Hitachi Ltd., “Centrifugal extractor (Ultrex): Equipment supply.” [Online]. Available: http://www.hitachi.com/businesses/infrastructure/product_site/supply/products/ultrex/index.html. [Accessed: 12-Feb-2019].
- [19] Procedyne Engineers, “Automatic strainers.” [Online]. Available: https://www.industrialstrainers.com/automatic_strainers.htm. [Accessed: 21-Mar-2020].
- [20] Forsta Filters, “Automatic Self-Cleaning Strainer.” [Online]. Available: <https://www.forstafilters.com/self-cleaning-strainer-how-it-works/>. [Accessed: 06-Jul-2019].

- [21] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Product Design and Development, Fifth Edition*. McGraw-Hill, 2012.
- [22] G.-J. Park, *Analytic methods for design practice*. Springer, 2007.
- [23] N. P. Suh, *The Principles of Design*. New York: Oxford University Press, 1990.
- [24] EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, “Tarifário Água,” 2019. [Online]. Available: <https://www.epal.pt/EPAL/menu/clientes/tarifario/agua>. [Accessed: 12-Feb-2019].
- [25] A. J. A. MARTINHO, “Órgãos de Máquinas I (Documento de Apoio),” 2012.
- [26] D. D. Fuller, “Coefficient of Friction,” in *American Institute os Physics Handbook*, 3rd ed., McGraw-Hill, 1972, pp. 2-42-2-49.
- [27] L. V. da Cunha, *Desenho Técnico*, 13^a Edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.
- [28] R. G. Budynas, J. K. Nisbett, and J. E. Shigley, *Shigley’s Mechanical Engineering Design*, 9th ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2011.
- [29] Tanks Direct Ltd., “150 Litre Water Tank.” [Online]. Available: <https://www.tanks-direct.co.uk/catalog/product/view/id/6528/s/150-litre-stackable-water-tank/category/316/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [30] Tanks Direct Ltd., “95 Litre Water Tank - Flat.” [Online]. Available: <https://www.tanks-direct.co.uk/water-tanks/water-storage-tanks/100-litre-water-tanks/95-litre-water-tank-flat.html>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [31] Grundfos, “CME 5-3 A-R-G-E-AQQE U-A-D-N.” [Online]. Available: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?from_suid=158343419769807967445408758125&pumpsystemid=831107068&qcid=831107210. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [32] Sulzer, “Bomba submersível leve para águas residuais modelo ABS MF 154HW .” [Online]. Available: <https://www.sulzer.com/pt-br/brazil/shared/products/light-wastewater-pump-type-abs-mf-154hw>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [33] Assured Automation, “3/4 inch NPT Brass 3-way Ball Valve (Full Port) with general duty NEMA 4/4X (weatherproof), 24 VDC electric actuator - PN: D31DAXR4B.” [Online]. Available: <https://assuredautomation.com/31D/?p=buy&pn=D31DAXR4B>. [Accessed: 05-Mar-2020].


- [34] Assured Automation, “1 1/2 inch NPT Brass 3-way Ball Valve (Full Port) with general duty NEMA 4/4X (weatherproof), 24 VDC electric actuator - PN: G31DAXR4B.” [Online]. Available: <https://assuredautomation.com/31D/index.php?p=buy&pn=G31DAXR4B>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [35] Assured Automation, “2-way Solenoid Valve - J Series.” [Online]. Available: <https://assuredautomation.com/J/?p=buy>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [36] Swagelok, “Hose and Flexible Tubing: Hose Assemblies , Bulk Hose , Flexible Tubing and End Connections.” .
- [37] Genebre, “GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4": GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4".” [Online]. Available: <https://www.genebre.com/h1302-05-05-gefex-dn13-m-3-4-f-3-4#block-form>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [38] Yateson Stainless, “Modentic BSP Y Type Strainers.” [Online]. Available: <http://www.yateson-stainless.com/strainers/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [39] Yateson Stainless, “Modentic BSP Swing Check Valve.” [Online]. Available: <http://www.yateson-stainless.com/portfolio/bsp-swing-check-valve/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [40] Yateson Stainless, “Modentic BSP Y Type Spring Check Valve.” [Online]. Available: <http://www.yateson-stainless.com/portfolio/bsp-y-type-spring-check-valve/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [41] NERO Pipeline Connections Ltd., “BSPT Threaded Hexagon Nipple 150LB 316 Stainless Steel.” [Online]. Available: <https://www.nero.co.uk/Catalogue/Fittings/Threaded-150lb-Fittings/BSP/Hexagon-Nipple>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [42] Rotarex Equipment, “Threaded Pipe Fittings.” .
- [43] NERO Pipeline Connections Ltd., “Reducing Bush 150LB 316 Stainless Steel.” [Online]. Available: <https://www.nero.co.uk/Catalogue/Fittings/Threaded-150lb-Fittings/BSP/Reducing-Bush>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [44] Swagelok, “Pipe Fittings.” .
- [45] Genebre, “90° ELBOW M-F: 90° elbow M-F BSP thread.” [Online]. Available: <https://www.genebre.com/90-elbow-m-f-bsp-thread>. [Accessed: 05-Mar-2020].

- [46] Genebre, “45° ELBOW F-F: 45° elbow F-F BSP thread.” [Online]. Available: <https://www.genebre.com/45-elbow-f-f-bsp-thread>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [47] McMaster-Carr, “Vibration Damping U-Bolts.” [Online]. Available: <https://www.mcmaster.com/vibration-damping-u-bolts>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [48] Norelem, “Pinos de Encaixe com Anel de Chave.” [Online]. Available: <https://www.norelem.com/pt/pt/Produtos/Visão-geral-de-produtos/Sistema-flexível-de-peças-normalizadas/03000-Posicionadores-com-mola-Pinos-de-retenção-Batentes-Elementos-de-centralização-e-posicionamento-Fixações-Porcás-T/Elemento-de-fixação-e-centralização-em-furos/03195-Pinos-de-encaixe-com-anel-de-chave.html>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [49] Eicos, “Level Switch LA322E-M12 - Mounting in Thin Wall of Liquid Tank.” [Online]. Available: <https://eu.eicos.com/level-switch/side-mounting/LA322E-M12/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [50] Schneider Electric, “TSX3705028DR1 - TSX Micro 37 05/08 PLC.” [Online]. Available: <https://www.se.com/pt/pt/product/TSX3705028DR1/tsx-micro-37-05-08-plc/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [51] Schneider Electric, “NSYPLM54PG - wall-mounting encl. polyester monobloc IP66 H530xW430xD200mm+metal.” [Online]. Available: <https://www.se.com/ww/en/product/NSYPLM54PG/wall-mounting-encl.-polyester-monobloc-ip66-h530xw430xd200mm%2Bmetal-mount.plate/>. [Accessed: 05-Mar-2020].
- [52] Etem, “Industrial Aluminium Profiles.” .
- [53] Swagelok, “Leak Detectors, Lubricants and Sealants.” .
- [54] 3M™, “Clear Super Silicone Seal, 08663.” [Online]. Available: https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~3M-Clear-Super-Silicone-Seal/?N=5002385+3293242013+3294062561&rt=rud. [Accessed: 05-Mar-2020].

A – TANS150NA5



150 Litre Water Tank



Lid: 5"

Length: 820mm

Width: 450mm

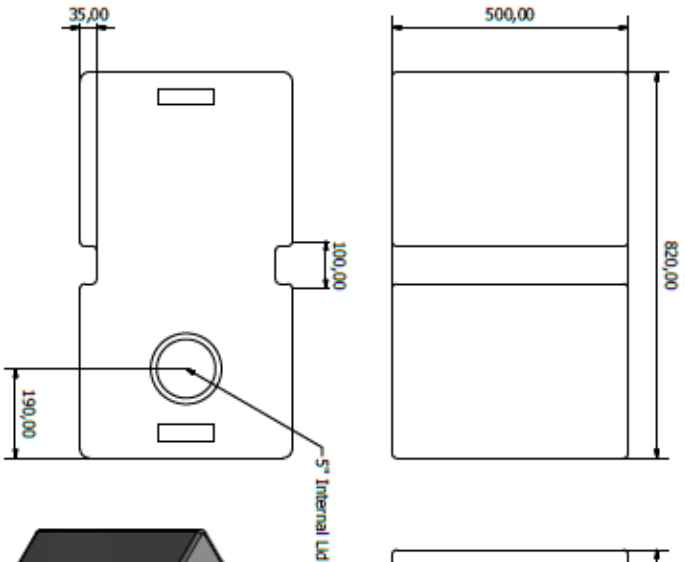
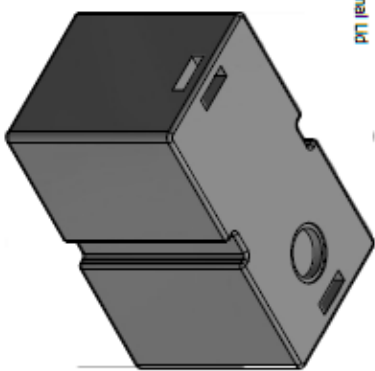
Height: 500mm

Capacity: 150 Litres approx

Outlet: 1" BSP Female Drilled & Plugged

Weight: 15kg approx


Colour: Natural





This drawing and the information thereon is the sole property of Tanks Direct Limited and shall not be copied or reproduced without the consent of Tanks Direct Limited. dimensions are all in mm unless otherwise stated. all tolerances +/- 1mm unless stated.

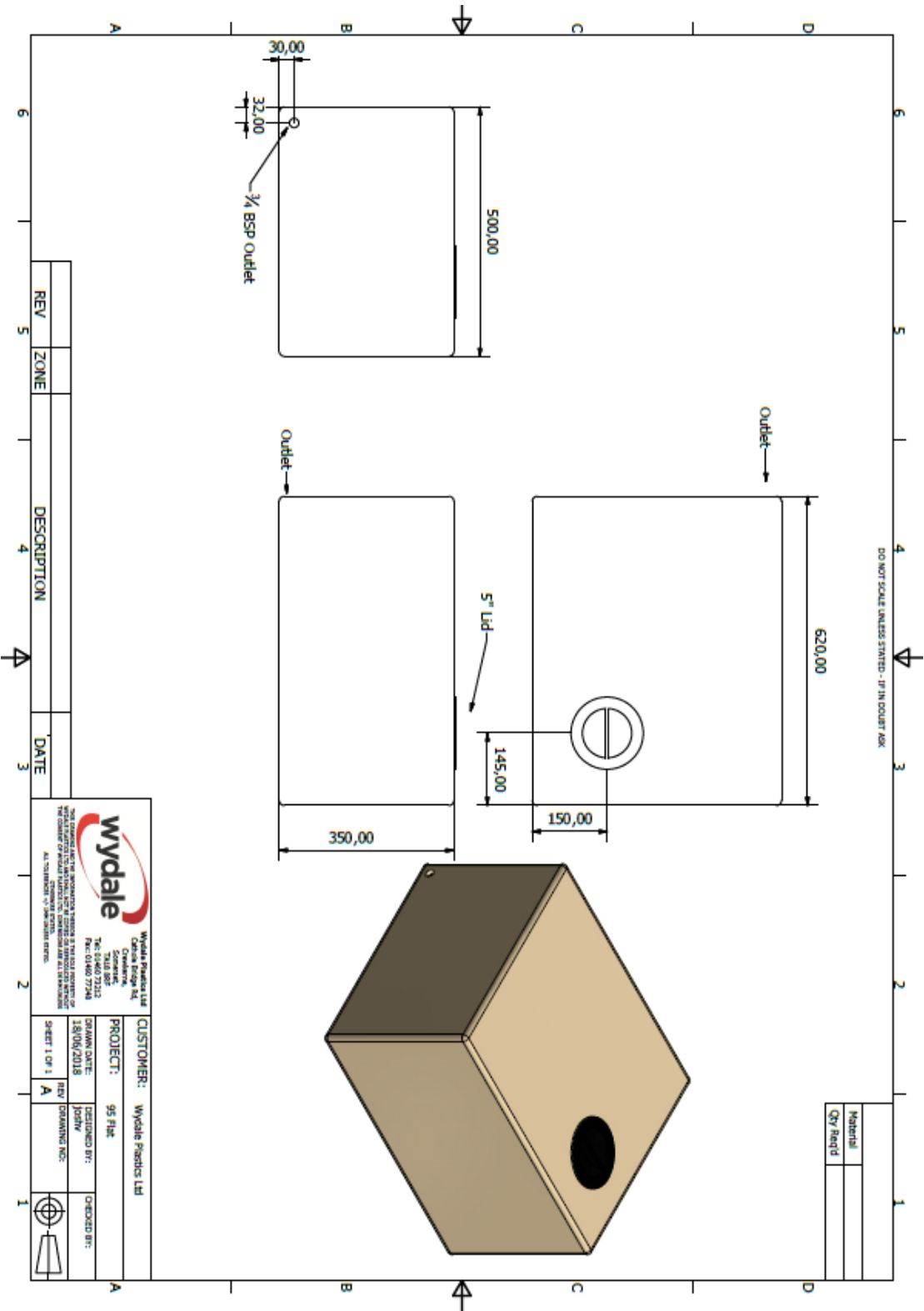
01643 703358

www.tanks-direct.co.uk



 TanksDirectUK


 TanksDirectUK

B – T95FNA5



C – CME5-3 A-R-G-E-AQQE

		Nome empresa: Criado por: Telefone:
		Data: 23/08/2019
Quantid.	Descrição	
1	<div></div> <p>Código: 98395009</p> <p>Bomba centrífuga multicelular horizontal compacta, de aspiração axial, fiável com orifício de aspiração axial e bocal de saída radial. Os materiais da bomba em contacto com o líquido são em aço inoxidável de elevada qualidade. O empanque mecânico é um vedante O-ring não equilibrado, de design especial. A ligação da tubagem é realizada através de rosas de tubo Whitworth internas, Rp (ISO 7/1).</p> <p>A bomba está equipada com um motor síncrono auto-ventilado, de magneto permanente, de 1 fase(s). The pump is fitted with a 1-phase, fan-cooled, permanent-magnet, synchronous motor. O motor inclui um conversor de frequência e um controlador PI na caixa de terminais do motor. Isto permite o controlo variável contínuo da velocidade do motor que, por sua vez, garante a adaptação do rendimento a um determinado requisito.</p> <p>Informações de produto adicionais</p> <p>A bomba e o motor estão integrados numa concepção compacta e de fácil utilização. A bomba é montada numa base de assentamento baixa, o que a torna ideal para instalação em sistemas nos quais a compactidade seja importante.</p> <p>A concepção e materiais de elevada tecnologia do empanque garantem uma elevada resistência ao desgaste, uma melhoria das capacidades de aderência e funcionamento em seco e uma longa vida útil.</p> <p>Não são necessárias ferramentas de serviço especiais para realizar manutenção da bomba. Existem peças de substituição em stock para uma entrega rápida, e estão disponíveis como kits, peças únicas ou por atacado. Vídeos de manutenção encontram-se disponíveis em www.youtube.com.</p> <p>O funcionamento com conversor de frequência disponibiliza as seguintes funções:</p> <ul style="list-style-type: none">- funcionamento controlado, ou seja, o consumo varia- pressão constante- comunicação com a bomba. <p>A adaptação do rendimento através da velocidade controlada por frequência proporciona vantagens óbvias como:</p> <ul style="list-style-type: none">- poupanças energéticas- maior conforto- controlo e monitorização da aplicação e do rendimento da bomba. <p>Um painel de controlo na caixa de terminais do motor permite a configuração do valor de ajuste necessário, bem como a configuração da bomba para funcionamento "Min." ou "Máx." ou para "Paragem". O indicador do Olho Grundfos (Grundfos Eye) no painel de controlo fornece uma indicação visual do estado da bomba:</p> <ul style="list-style-type: none">• "Alimentação ligada": O motor encontra-se em funcionamento (indicadores luminosos verdes rotativos) ou não se encontra em funcionamento (indicadores luminosos verdes permanentemente acesos)• "Aviso": O motor continua em funcionamento (indicadores luminosos amarelos rotativos) ou parou (indicadores luminosos amarelos permanentemente acesos)• "Alarme": O motor parou (indicadores luminosos vermelhos intermitentes). <p>A comunicação com a bomba é possível através do Grundfos GO Remote (acessório). O controlo remoto permite configurações adicionais, bem como a leitura de vários parâmetros como "Valor real", "Velocidade", "Potência absorvida" e "Consumo de energia" total.</p> <p>Bomba</p>	

Quantid.	Descrição
	<p>Uma combinação de um anel de paragem e de uma anilha Nord-lock® garante uma fixação apertada e fiável dos tubos espaçadores do impulsor no veio da bomba estriado. É possível remover e instalar peças hidráulicas a partir do lado da bomba. O orifício de aspiração e de descarga estão integrados na manga da bomba. A peça de entrada, as câmaras e a peça de descarga são unidas por quatro tirantes e por uma flange de retenção.</p> <p>A bomba está equipada com um vedante O-ring não equilibrado com sistema de transmissão de binário rígido. Possui um guia de vedante fixo que assegura uma rotação fiável de todas as peças. O vedante secundário dinâmico é um O-ring.</p> <p>Vedante principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> Material do anel vedante rotativo: carboneto de silício (SiC) Material do apoio fixo: carboneto de silício (SiC) <p>Esta combinação de materiais é utilizada quando é necessária uma resistência mais elevada à corrosão. O elevado grau de dureza desta combinação de materiais proporciona uma boa resistência às partículas abrasivas.</p> <p>Material do vedante secundário: EPDM (borracha de etileno-propileno)</p> <p>A EPDM possui uma excelente resistência à água quente. A EPDM não é adequada para óleos minerais.</p>  <p>O veio da bomba é ligado ao eixo do motor através de uma rosca esquerda e de um ajuste apertado. Não é possível desmantelar o veio.</p> <p>Motor</p> <p>O motor é um motor totalmente blindado e auto-ventilado com as dimensões principais de acordo com EN 50347. As tolerâncias eléctricas estão em conformidade com EN 60034.</p> <p>A classificação de eficiência do motor é IE5, em conformidade com IEC 60034-30-2.</p> <p>O motor não necessita de protecção externa. A unidade de controlo do motor inclui protecção contra temperaturas de aumento lento e também de aumento rápido, por exemplo, sobrecarga constante e condições de estagnação.</p> <p>A caixa de terminais possui terminais para as seguintes ligações:</p> <ul style="list-style-type: none"> uma entrada digital dedicada duas entradas analógicas, 0(4)-20 mA, 0-5 V, 0-10 V, 0,5 - 3,5 V tensão de alimentação de 5 V para potenciômetro e sensor uma entrada digital configurável ou saída em colectador aberto entrada e saída do Sensor Digital da Grundfos tensão de alimentação de 24 V para sensores duas saídas de relé de sinal (contactos livres de potencial) ligação GENIbus interface para módulo fieldbus CIM da Grundfos. <p>Características técnicas</p> <p>Líquido: Líquido bombeado: Água Gama de temperatura do líquido: -20 .. 120 °C Temperatura do líquido durante operação: 25 °C Densidade: 997 kg/m³</p> <p>Técnicos: Velocidade da bomba na qual se baseiam os dados da mesma: 3480 rpm Caudal efectivo calculado: 79.96 l/min Altura manométrica resultante da bomba: 9.632 m</p>

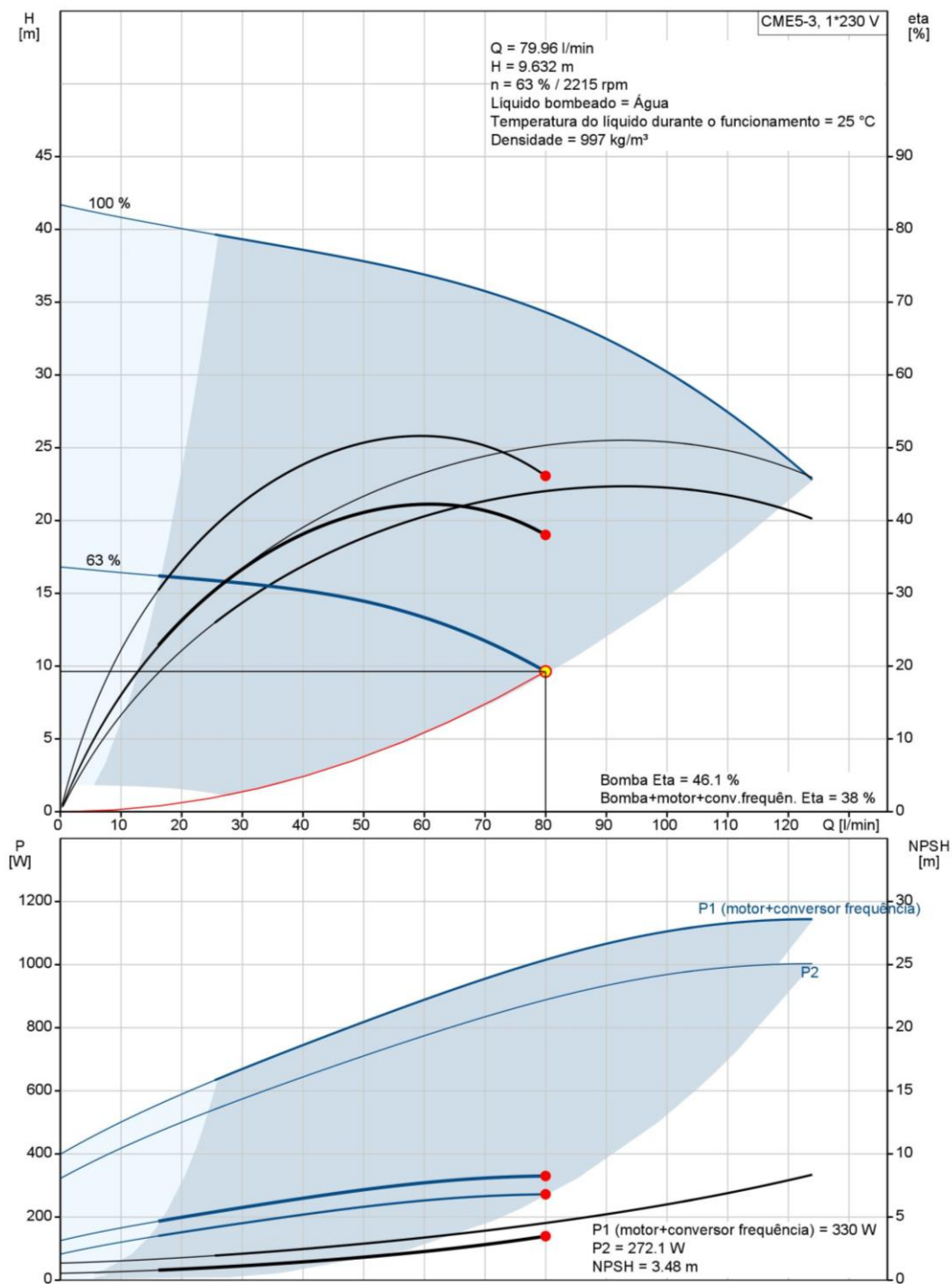


Nome empresa:
Criado por:
Telefone:

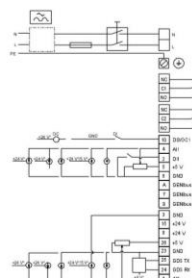
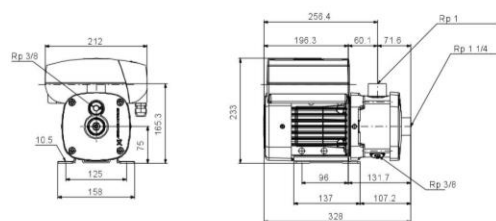
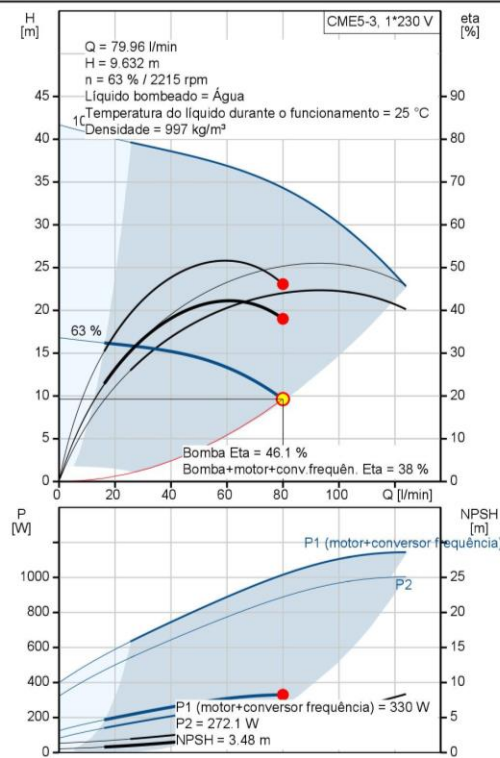
Data: 23/08/2019

Quantid.	Descrição
	<p>Código empanque: 1: Tipo 2: Superfície rotativa vedante 3: Apoio fixo 4: Vedante secundário: AQQE Tolerância da curva: ISO9906:2012 3B</p> <p>Materiais: Corpo da bomba: Aço inoxidável DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Impulsor: Aço inoxidável DIN W.-Nr. 1.4401 AISI 316 Borracha: EPDM</p> <p>Instalação: Temperatura ambiente máxima: 50 °C Pressão máx. de funcionamento: 16 bar Pressão máx. à temp. indicada: 10 bar / 120 °C 16 bar / 90 °C Flange padrão: ROSCAGEM WHITWORTH RP Entrada da bomba: Rp 1 1/4 Descarga da bomba: Rp 1</p> <p>Car. eléctricas: Tipo de motor: 80B Classe de eficiência IE: IE5 Potência nominal - P2: 1.1 kW Frequência da rede: 50 Hz Tensão nominal: 1 x 200-240 V Corrente nominal: 6.70-5.60 A Velocidade nominal: 360-4000 rpm Classe de protecção (IEC 34-5): IP55 Classe de isolamento (IEC 85): F</p> <p>Outros: Índ. efic. mín. MEI ≥: 0.7 Peso líquido: 15.2 kg Peso bruto: 18.7 kg Aprovações: CE, TR, EAC</p>

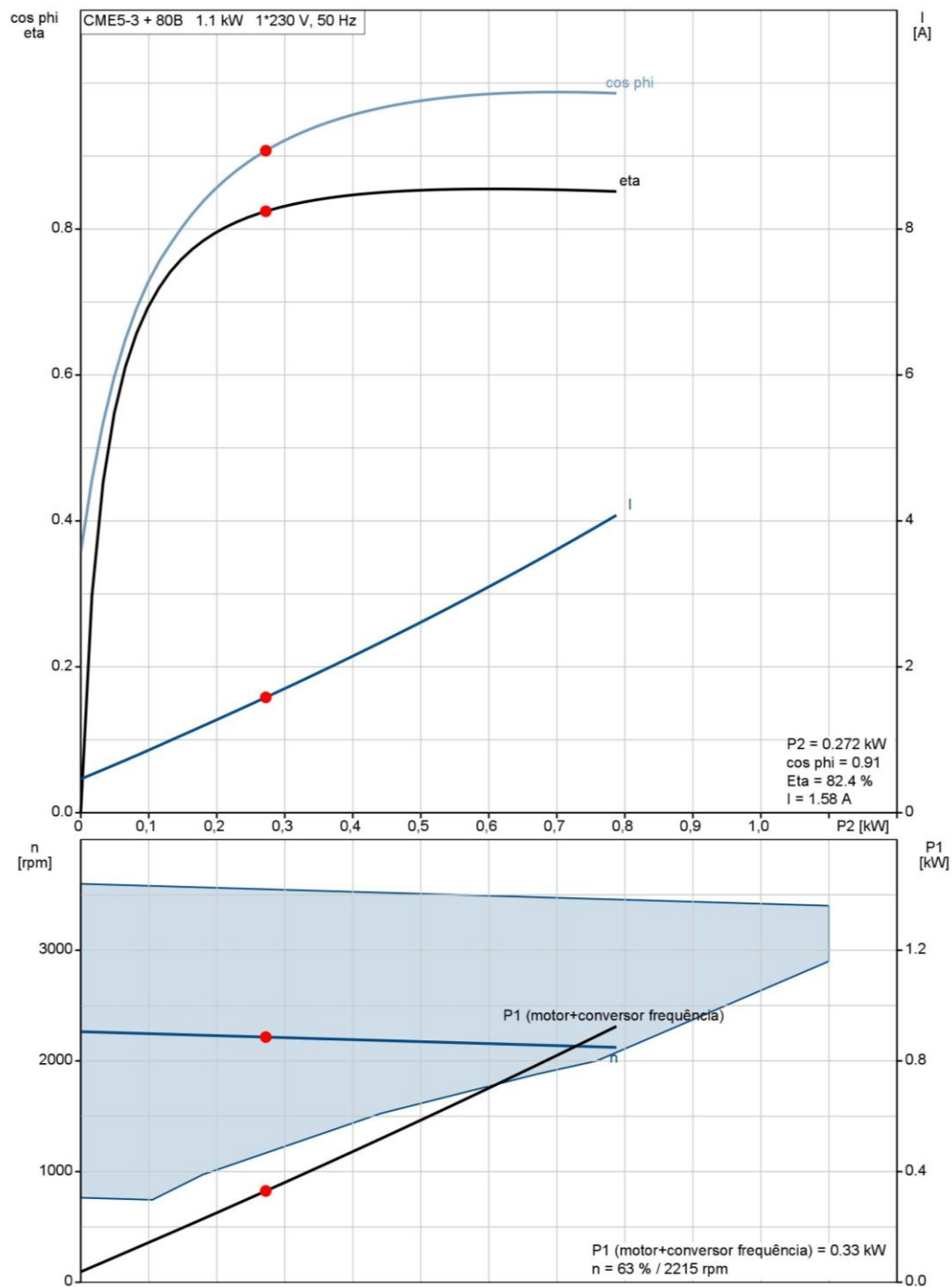
98395009 CME5-3 A-R-G-E-AQQE 50 Hz



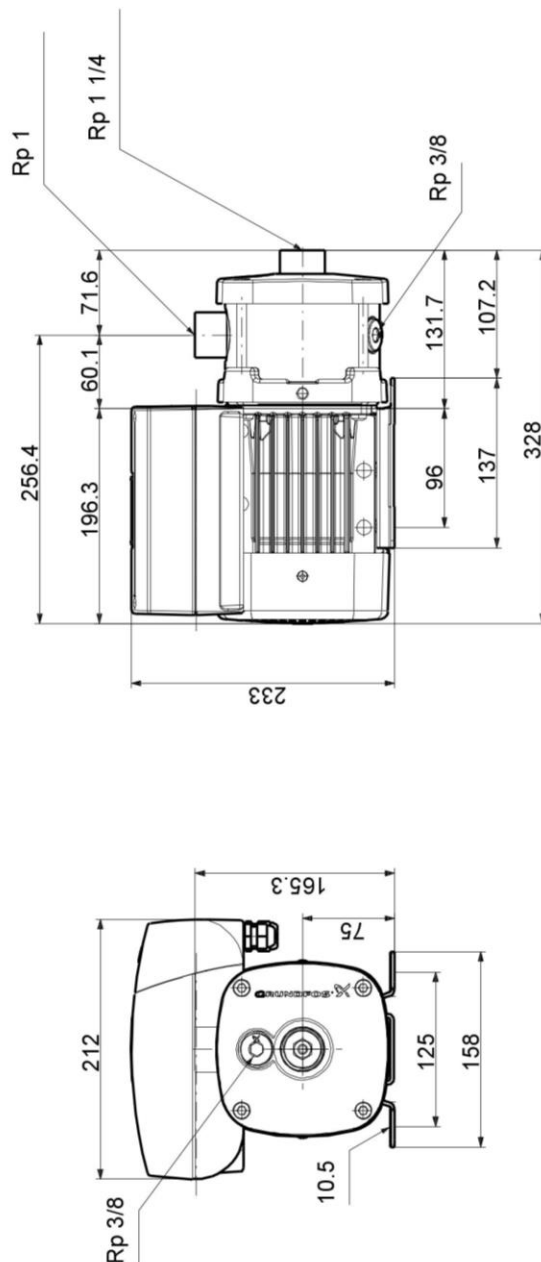
Descrição	Valor
Inf. geral:	
Designação do produto:	CME5-3 A-R-G-E-AQQE
Código::	98395009
Número EAN::	5711494282289
	5711494282289
Preço:	1.322,00 €
Técnicos:	
Velocidade da bomba na qual se baseiam os dados da mesma:	3480 rpm
Caudal efectivo calculado:	79.96 l/min
Altura manométrica resultante da bomba:	9.632 m
Impulsores:	3
Código empanque.1:Tipo 2:Superfície rotativa vedante 3:Apoio fixo 4:Vedante secundário:	AQQE
Tolerância da curva:	ISO9906:2012 3B
Versão da bomba:	A
Modelo:	A
Materiais:	
Corpo da bomba:	Aço inoxidável
	DIN W.-Nr. 1.4401
	AISI 316
Impulsor:	Aço inoxidável
	DIN W.-Nr. 1.4401
	AISI 316
Código do material:	G
Borracha:	EPDM
Código para a borracha:	E
Instalação:	
Temperatura ambiente máxima:	50 °C
Pressão máx. de funcionamento:	16 bar
Pressão máx. à temp. indicada:	10 bar / 120 °C
	16 bar / 90 °C
Flange padrão:	ROSCAGEM WHITWORTH RP
Entrada da bomba:	Rp 1 1/4
Descarga da bomba:	Rp 1
Código da ligação:	R
Líquido:	
Líquido bombeado:	Água
Gama de temperatura do líquido:	-20 .. 120 °C
Temperatura do líquido durante operação:	25 °C
Densidade:	997 kg/m³
Car. eléctricas:	
Tipo de motor:	80B
Classe de eficiência IE:	IE5
Potência nominal - P2:	1.1 kW
Frequência da rede:	50 Hz
Tensão nominal:	1 x 200-240 V
Corrente nominal:	6.70-5.60 A
Velocidade nominal:	360-4000 rpm
Classe de protecção (IEC 34-5):	IP55
Classe de isolamento (IEC 85):	F
Outros:	
Índ. ef. mín. MEI ≥:	0.7
Peso líquido:	15.2 kg
Peso bruto:	18.7 kg



98395009 CME5-3 A-R-G-E-AQQE 50 Hz

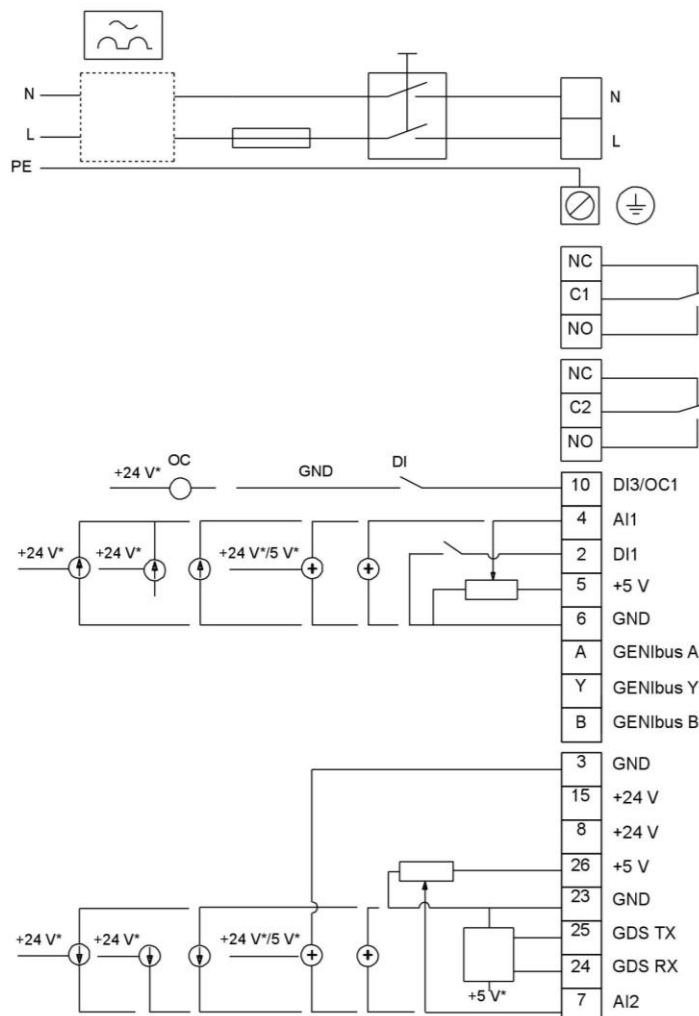


98395009 CME5-3 A-R-G-E-AQQE 50 Hz



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

98395009 CME5-3 A-R-G-E-AQQE 50 Hz



Nota! Todas unidades em [mm] salvo indicação contrária.

D – ABS MF 154 HW

Light Wastewater Pump Type ABS MF 154HW

SULZER

Compact submersible pump for the removal of domestic and commercial high temperature wastewater that can contain solids up to 20 mm.

Applications

The MF 154HW submersible pump has been designed to cover a wide range of internal and external dewatering applications, but primarily where the temperature of the medium exceeds the standard upper limit (40 °C) to a maximum allowable temperature of 80 °C.

- Pumping of high temperature discharge water from laundries, commercial dishwashers and washing machines.
- Filling and emptying of containers to the drainage of flooded cellars and removal of rainwater.
- Suitable for use in septic tanks and pumping effluent from locations below the backwash level in accordance with EN 12056.
- The vortex hydraulics are particularly suitable for the pumping of fluids containing gaseous or abrasive particles.
- The compact shape of the MF, fittings for easy mounting, and small sump requirements ensure a quick and cost-effective installation of the pump.
- The MF 154HW pump is designed for short term (S2) and intermittent (S3) operation only, operating in 8-minute / 10% cycles i.e. 0.8 minutes ON / 7.2 minutes OFF.
- Maximum allowable temperature of the pumped medium is 80 °C (intermittent only).

Construction

The water-tight, fully flood-proof cast iron motor and the hydraulics section comprise a compact, robust, unit construction.

Bearings

The stainless steel motor shaft is supported in lubricated-for-life ball bearings.

Shaft sealing

Between motor and hydraulic section by means of a high quality mechanical seal of carbon / silicon carbide. Seal at motor side is an oil-lubricated NBR lip seal. Both are independent of direction of rotation and resistant to temperature shock.

Temperature monitoring

Thermal sensors in the stator to switch off the pump in the case of overheating and switch on automatically after cooling down.

Hydraulic section with vortex impeller

Free solids passage 20 mm.

Materials

Description	Material
Upper lid	Stainless steel 1.4301 (AISI 304)
Motor housing	Cast iron EN-GJL-250
Rotor shaft	Stainless steel 1.4021 (AISI 420)
Volute	Cast iron EN-GJL-250
Impeller	Polyamide
Cable	Neoprene
Fasteners	Stainless steel 1.4401 (AISI 316)



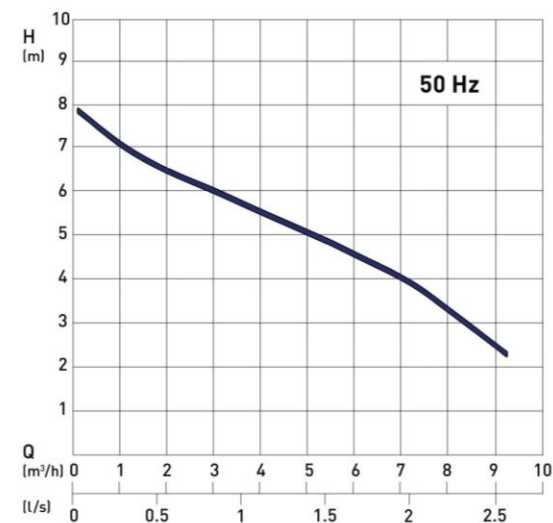
Features

- Simple, cost-effective, pump installation.
- Vortex hydraulics for blockage-free pumping in critical applications.
- Free-standing on legs or pedestal mounted.
- Discharge connections G 1½" internal - 1¼" adaptor.
- Mechanical and lip seals on rotor shaft.
- Thermal sensors to protect motor against overheating.
- Float switch for automatic level control.
- EasyFit plug-in cable connection.
- Fitted with Schuko plug.

Motor

Single-phase 220-240 V, 50 Hz, 2-pole (2900 r/min) motor. Insulation class F; protection type IP68.

Performance curve



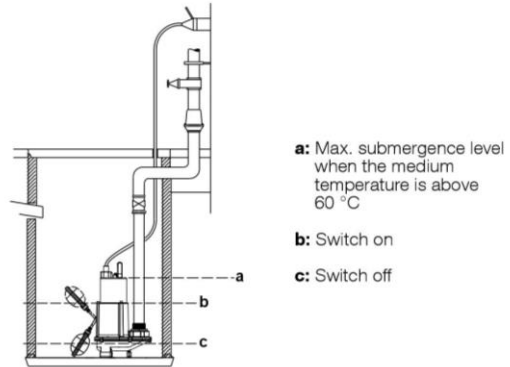
H = Total Head; Q = Discharge Volume. Curves to ISO 9906.

Technical data

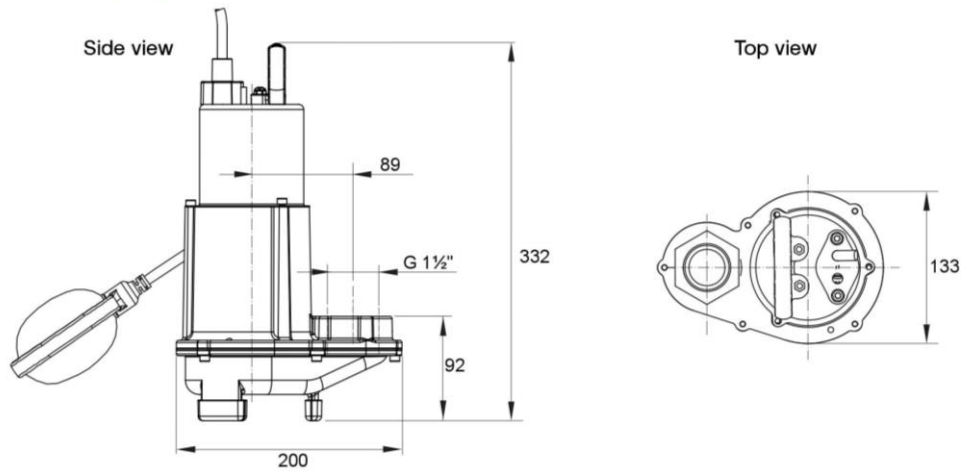
MF 154HW		
Discharge connection	G 1½"-1¼"	
Motor power (kW)*	P ₁	0.65
	P ₂	0.42
Speed (r/min)	2900	
Rated voltage (V)	220-240 1~	
Rated current (A)	2.8	
Cable type (H07RN-F, enhanced version)	3G1.0	
Cable length (m)	10	
Weight (kg)	8.5	
Solids size (mm)	20	

* P₁ = Power taken from mains. P₂ = Power at motor shaft
According to VDE regulations submersible pumps for use externally must have a fixed cable connection with a length of at least 10 m. Regulations vary by country.

Installation example



Dimensions (mm)



Accessories

	Description	Size	Part no.
Fixed installation	Pedestal (cast iron EN-GJL-250) vertical discharge, without bend	G 1¼"	62325012
	Bracket Kit vertical discharge	G 1¼"	62325014
	Guide Rail (galvanized steel)	1¼" x 1 m	31380007
		1¼" x 2 m	31380008
		1¼" x 3 m	31380009
		1¼" x 4 m	31380010
		1¼" x 5 m	31380011
	Chain Kit (galvanized steel) including shackle	3 m	61265065
		4 m	61265093
		6 m	61265069
		7 m	61265096
	Chain Kit (stainless steel) including shackle	3 m	61265081
		4 m	61265099
		6 m	61265085
		7 m	61265102
General	Non-return Valve (EN-GJL-250) ball valve with internal thread	G 1¼"	61400525
		G 1½"	61400526
	Gate Valve (brass) with internal thread	G 1¼"	14040005
		G 1½"	14040006

www.sulzer.com

en (02.11.2017), Copyright © Sulzer Ltd 2017

This document does not provide a warranty or guarantee of any kind. Please contact us for a description of the warranties and guarantees offered with our products. Directions for use and safety will be given separately. All information herein is subject to change without notice.

SULZER

Maßblatt MF 054 - 154

Dimension sheet

Plan d'encombrement

No:AN-M 13.136-00

DATE:27.09.99

CAD-CODE: g:\anm13136

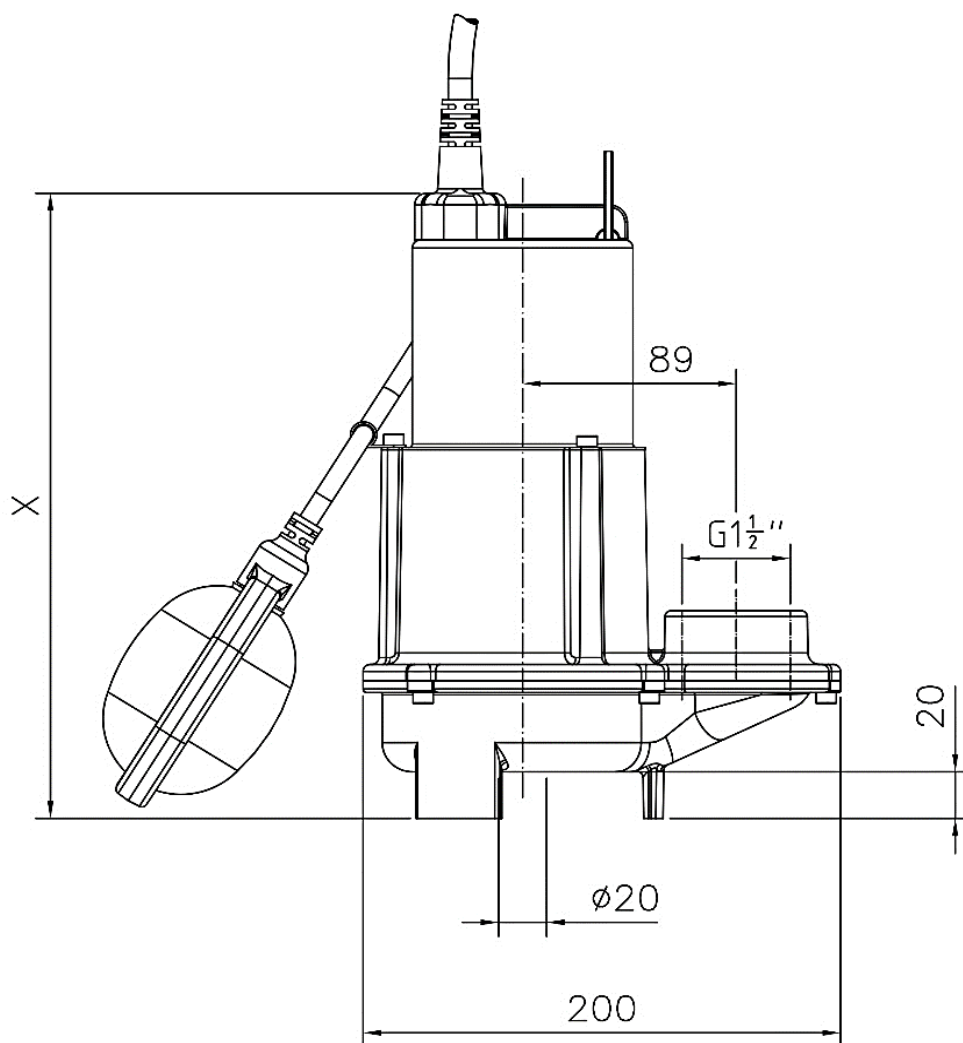
Änderungen vorbehalten

Technical changes reserved

Con riserva di modifiche

Con reserva de modificaciones

Sous réserve de modification



Type	Dim X
MF 054	268
MF 154	293

SULZER

Maßblatt MF 054 - 334

Dimension sheet

Plan d'encombrement

No:AN-M 13.135-01

DATE:23.09.99

CAD-CODE: g:\anm13135

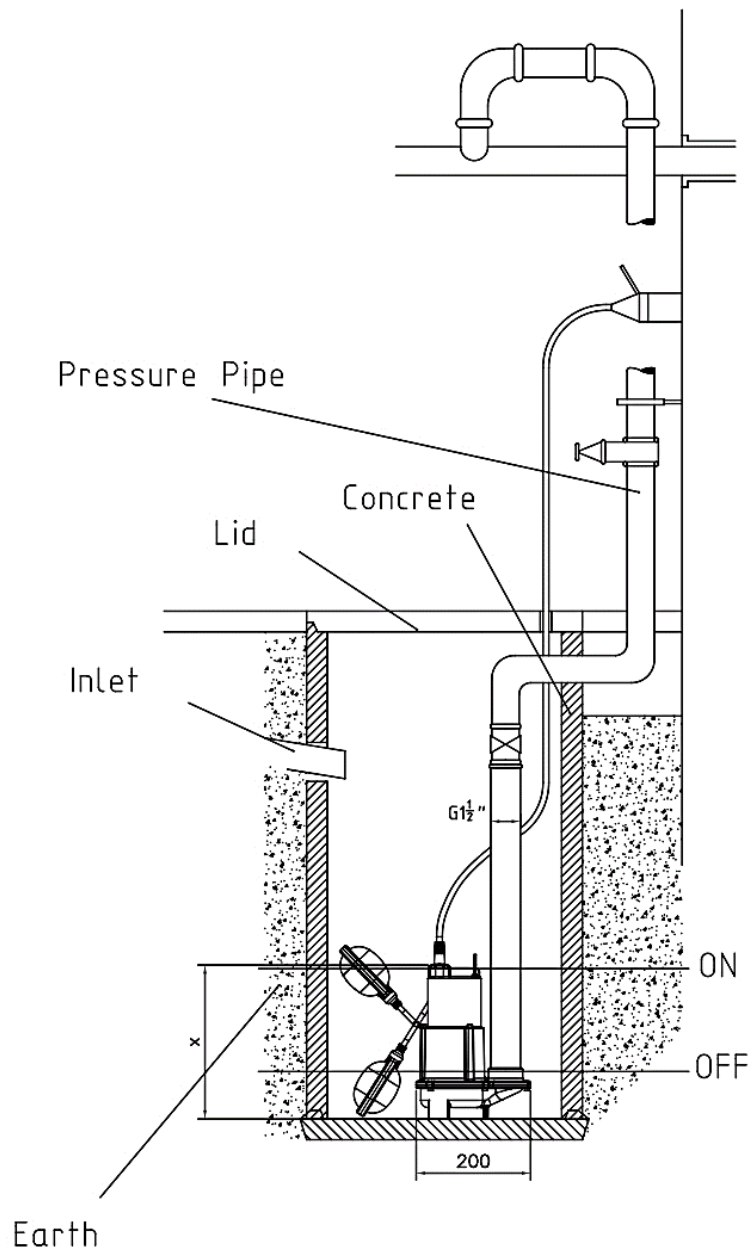
Änderungen vorbehalten

Technical changes reserved

Con riserva di modifiche

Con reserva de modificaciones

Sous réserve de modification



Type	Dim X
MF 054	268
MF 154	293
MF 254	314
MF 324	314
MF 334	314

E – D31DAXR4B



1-800-899-0553
assuredautomation.com

31D Series

Brass 3-way Standard Port Ball Valve



The 31D is a 3-way, brass ball valve. It can be equipped with a manual handle or with direct mount pneumatic or electric actuators. The direct mount actuators eliminate the valve-actuator mounting kit, which adds unnecessary height and expense.

A full range of accessory items are available including limit switches, solenoid valves, positioners and manual override devices.

FEATURES

- Standard port.
- Blow-out proof stem.
- Integrated mounting pad for actuators.
- Compact assembly.
- Complete line of accessories.

ACTUATOR CONFIGURATIONS

- Electric.
- Pneumatic (spring return).
- Pneumatic (double acting).
- Manual handle.

PRESSURE RANGE

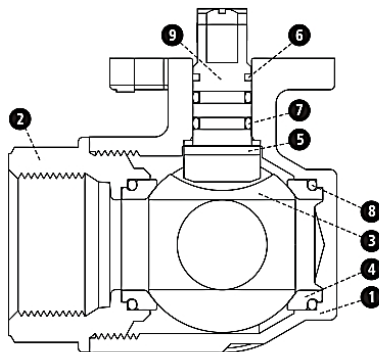
29 inHg vacuum to 400 PSI

TEMPERATURE RANGE











-30°F to 320°F

TYPICAL APPLICATIONS

- Air drying equipment.
- Pollution control equipment.
- Process control applications.
- Laundry equipment.
- Textile dyeing and drying.
- Bottling and dispensing.



PORT ARRANGEMENTS

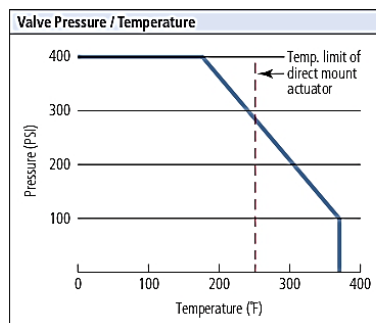
L Port		T Port							
Flow Plan A		Flow Plan D		Flow Plan E		Flow Plan F		Flow Plan G	
									
Pos1	Pos2	Pos1	Pos2	Pos1	Pos2	Pos1	Pos2	Pos1	Pos2

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part	Qty.	Description	Standard Material
1	1	Body	Brass CW 617 NUN/EN 12165
2	3	End Cap	Brass CW 617 NUN/EN 12165
3	1	Ball	Brass CW 617 NUN/EN 12165
4	4	Seat	PTFE
5	1	Thrust Washer	PTFE
6	1	Stem Seal	PTFE
7	2	Stem O-Ring	FKM (Viton®)
8	4	Body O-Ring	FKM (Viton®)
9	1	Stem	Brass CW 614 NUN/EN 12164

CV FACTORS

Size	CV
1/4"	3.5
3/8"	4.0
1/2"	5.0
3/4"	7.7
1"	14
1-1/4"	19
1-1/2"	31
2"	44

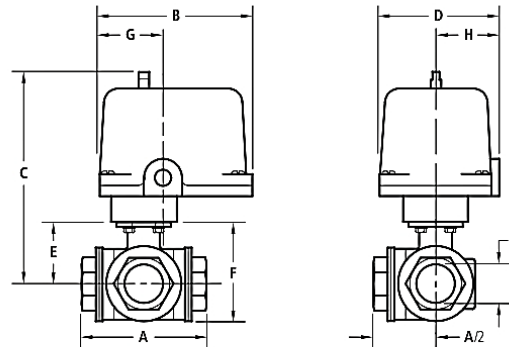


Contact us for the most recent product and technical information. Visit our website for more details: assuredautomation.com

1

31DXR4 Series

Brass 3-way standard port ball valve with electric actuator, NEMA 4, 4X
 (Threaded end connection, actuators are sized for 400 PSI pressure differential)



DIMENSIONS, WEIGHTS & SPECIFICATIONS

Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Actuator	Wt. (lbs.)	Model No.
1/4"	2.64	5.95	7.25	4.40	1.20	1.98	2.48	2.20	.39	R150 (5 sec.)	5.2	A31DØXR4Ø
3/8"	2.64	5.95	7.25	4.40	1.20	2.04	2.48	2.20	.43	R150 (5 sec.)	5.2	B31DØXR4Ø
1/2"	2.87	5.95	7.25	4.40	1.20	2.15	2.48	2.20	.43	R300 (9 sec.)	6.0	C31DØXR4Ø
3/4"	3.19	5.95	7.34	4.40	1.29	2.64	2.48	2.20	.59	R300 (9 sec.)	7.4	D31DØXR4Ø
1"	3.74	5.95	7.68	4.40	1.63	2.80	2.48	2.20	.79	R300 (9 sec.)	8.6	E31DØXR4Ø
1-1/4"	4.39	5.95	7.90	4.40	1.85	3.35	2.48	2.20	.98	R300 (9 sec.)	10.2	F31DØXR4Ø
1-1/2"	4.86	5.95	8.39	4.40	2.34	3.95	2.48	2.20	1.26	R600 (16 sec.)	12.0	G31DØXR4Ø
2"	5.73	5.95	8.95	4.40	2.90	4.65	2.48	2.20	1.57	R600 (16 sec.)	15.1	H31DØXR4Ø
2-1/2"	6.93	5.95	9.40	4.40	3.35	5.54	2.48	2.20	1.95	R600 (16 sec.)	22.3	I31DØXR4Ø
3"	7.08	5.95	9.40	4.40	3.35	5.58	2.48	2.20	1.95	R600 (16 sec.)	25.6	J31DØXR4Ø

Ø Flow Plan: A, D, E, F, G (see Port Arrangements diagram). Ø Voltage: A = 120 VAC, B = 24 VDC, E = 24 VDC, F = 12 VDC.

31D VALVE FEATURES

- Standard port brass body, ball and blow out proof stem.
- 3-way valve with forged body and NPT threaded end connection.
- Mounting pad for direct mount.
- PTFE seats and seals.
- Temperature range: -30°F to 320°F.
- Pressure range: 29 inHg vacuum to 400 PSI.

ELECTRIC ACTUATOR FEATURES

- R Series electric actuator.
- NEMA 4, 4X.
- Voltages available: 120 VAC, 12 VDC, 24 VDC.
- Duty cycle: 25% at 120 VAC, 100% at DC units.
- ISO 5211 universal mounting.
- Manual override.
- Permanent lubrication.
- Visual position indicator.
- Temperature range: 0°F to 150°F.

F – G31DAXR4B



1-800-899-0553
assuredautomation.com

31D Series

Brass 3-way Standard Port Ball Valve



The 31D is a 3-way, brass ball valve. It can be equipped with a manual handle or with direct mount pneumatic or electric actuators. The direct mount actuators eliminate the valve-actuator mounting kit, which adds unnecessary height and expense.

A full range of accessory items are available including limit switches, solenoid valves, positioners and manual override devices.

FEATURES

- Standard port.
- Blow-out proof stem.
- Integrated mounting pad for actuators.
- Compact assembly.
- Complete line of accessories.

ACTUATOR CONFIGURATIONS

- Electric.
- Pneumatic (spring return).
- Pneumatic (double acting).
- Manual handle.

PRESSURE RANGE

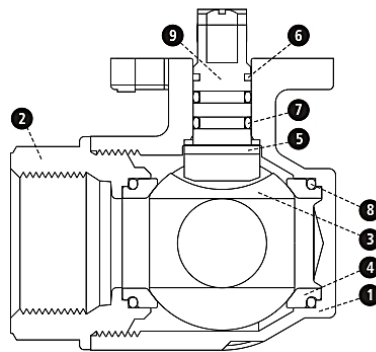
29 inHg vacuum to 400 PSI

TEMPERATURE RANGE

-30°F to 320°F

TYPICAL APPLICATIONS

- Air drying equipment.
- Pollution control equipment.
- Process control applications.
- Laundry equipment.
- Textile dyeing and drying.
- Bottling and dispensing.



PORT ARRANGEMENTS

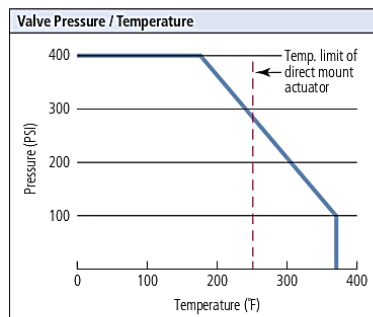
L Port		T Port			
Flow Plan A	Flow Plan D	Flow Plan E	Flow Plan F	Flow Plan G	

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part	Qty.	Description	Standard Material
1	1	Body	Brass CW 617 NUN EN 12165
2	3	End Cap	Brass CW 617 NUN EN 12165
3	1	Ball	Brass CW 617 NUN EN 12165
4	4	Seat	PTFE
5	1	Thrust Washer	PTFE
6	1	Stem Seal	PTFE
7	2	Stem O-Ring	FKM (Viton®)
8	4	Body O-Ring	FKM (Viton®)
9	1	Stem	Brass CW 614 NUN EN 12164

CV FACTORS

Size	CV
1/4"	3.5
3/8"	4.0
1/2"	5.0
3/4"	7.7
1"	14
1-1/4"	19
1-1/2"	31
2"	44

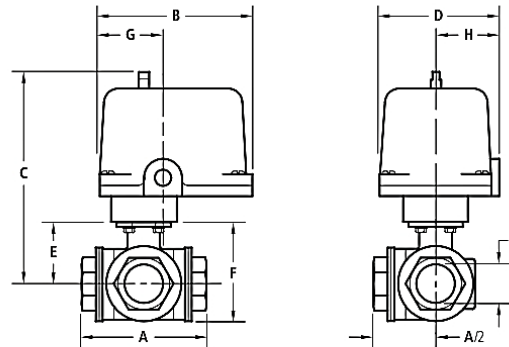


Contact us for the most recent product and technical information. Visit our website for more details: assuredautomation.com

1

31DXR4 Series

Brass 3-way standard port ball valve with electric actuator, NEMA 4, 4X
 (Threaded end connection, actuators are sized for 400 PSI pressure differential)



DIMENSIONS, WEIGHTS & SPECIFICATIONS

Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Actuator	Wt. (lbs.)	Model No.
1/4"	2.64	5.95	7.25	4.40	1.20	1.98	2.48	2.20	.39	R150 (5 sec.)	5.2	A31DØXR4Ø
3/8"	2.64	5.95	7.25	4.40	1.20	2.04	2.48	2.20	.43	R150 (5 sec.)	5.2	B31DØXR4Ø
1/2"	2.87	5.95	7.25	4.40	1.20	2.15	2.48	2.20	.43	R300 (9 sec.)	6.0	C31DØXR4Ø
3/4"	3.19	5.95	7.34	4.40	1.29	2.64	2.48	2.20	.59	R300 (9 sec.)	7.4	D31DØXR4Ø
1"	3.74	5.95	7.68	4.40	1.63	2.80	2.48	2.20	.79	R300 (9 sec.)	8.6	E31DØXR4Ø
1-1/4"	4.39	5.95	7.90	4.40	1.85	3.35	2.48	2.20	.98	R300 (9 sec.)	10.2	F31DØXR4Ø
1-1/2"	4.86	5.95	8.39	4.40	2.34	3.95	2.48	2.20	1.26	R600 (16 sec.)	12.0	G31DØXR4Ø
2"	5.73	5.95	8.95	4.40	2.90	4.65	2.48	2.20	1.57	R600 (16 sec.)	15.1	H31DØXR4Ø
2-1/2"	6.93	5.95	9.40	4.40	3.35	5.54	2.48	2.20	1.95	R600 (16 sec.)	22.3	I31DØXR4Ø
3"	7.08	5.95	9.40	4.40	3.35	5.58	2.48	2.20	1.95	R600 (16 sec.)	25.6	J31DØXR4Ø

Ø Flow Plan: A, D, E, F, G (see Port Arrangements diagram). Ø Voltage: A = 120 VAC; B = 24 VDC; E = 24 VDC; F = 12 VDC.

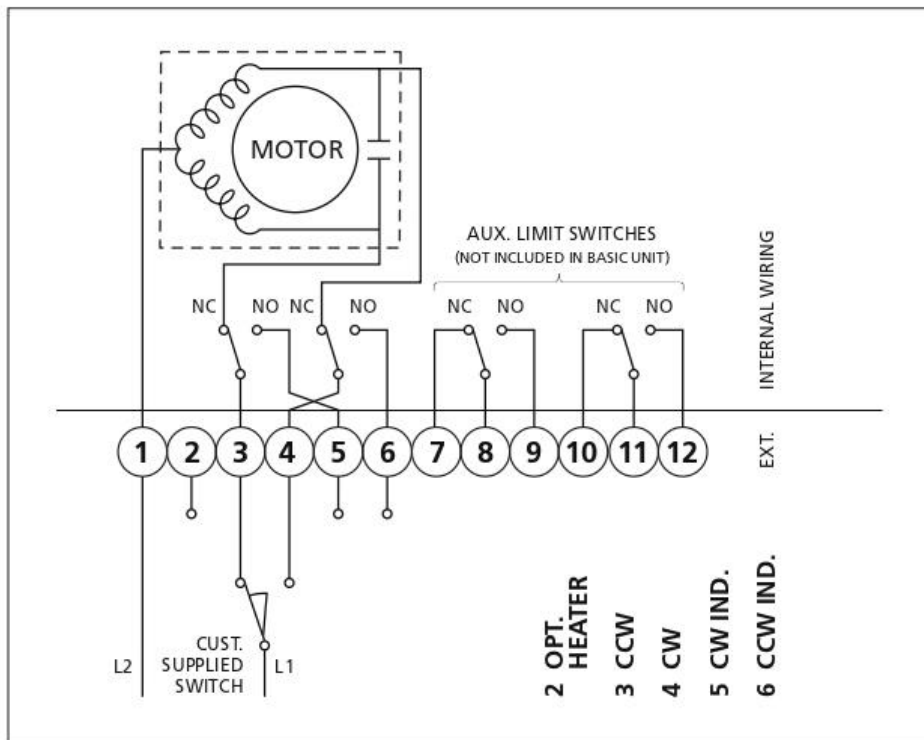
31D VALVE FEATURES

- Standard port brass body, ball and blow out proof stem.
- 3-way valve with forged body and NPT threaded end connection.
- Mounting pad for direct mount.
- PTFE seats and seals.
- Temperature range: -30°F to 320°F.
- Pressure range: 29 inHg vacuum to 400 PSI.

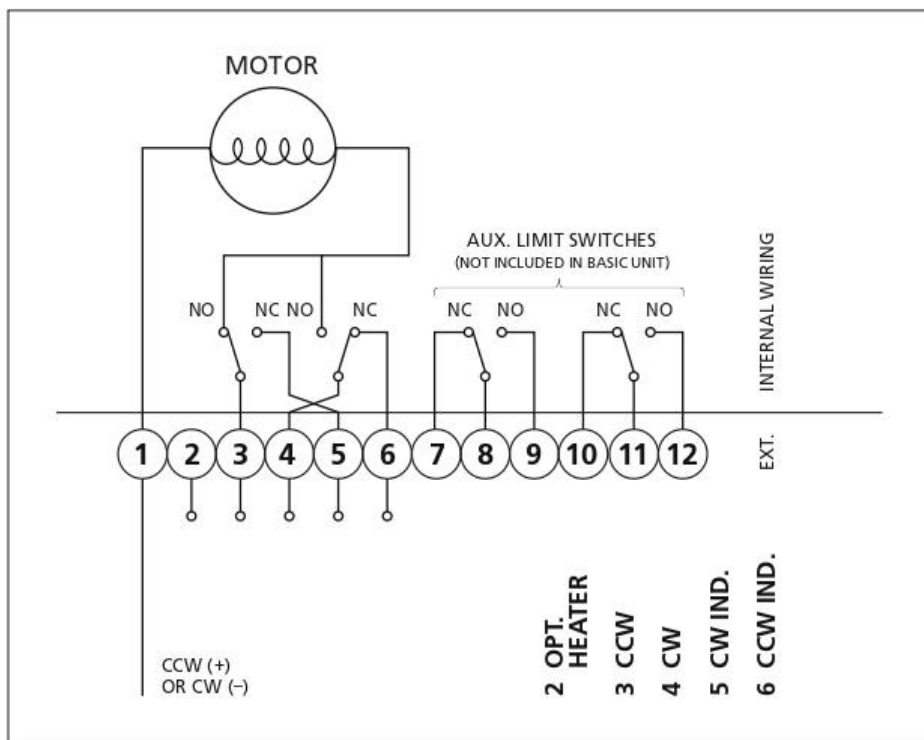
ELECTRIC ACTUATOR FEATURES

- R Series electric actuator.
- NEMA 4, 4X.
- Voltages available: 120 VAC, 12 VDC, 24 VDC.
- Duty cycle: 25% at 120 VAC, 100% at DC units.
- ISO 5211 universal mounting.
- Manual override.
- Permanent lubrication.
- Visual position indicator.
- Temperature range: 0°F to 150°F.

TYPICAL VAC WIRING SCHEMATIC



TYPICAL VDC WIRING SCHEMATIC



J Series

2-way Solenoid Valve



The J Series is a general purpose 2-way solenoid valve with NPT end connections that can be used in a wide variety of applications.

FEATURES

- Normally closed or normally open.
- Pilot operated.
- NPT threaded connections.
- Shape B DIN 43650 connection encapsulated minicoils.
- IP65 and NEMA-4 protection.

TYPICAL APPLICATIONS

- Pumps and compressors.
- Pollution control equipment.
- Heating with low or high pressure steam.
- Autoclaves and air dryers.
- Water treatment equipment.
- Washing machines and dishwashers.
- Lubricated air, hot air and dry air applications.
- Oxygen and acetylene equipment.
- Spraying and irrigation equipment.

PRESSURE RANGE

Normally Closed:

3 to 225 PSI: 1/2" to 3/4"

3 to 45 PSI: steam (TEFLON® only), 1/2" to 3/4"

4.5 to 225 PSI: 1"

4.5 to 45 PSI: steam (TEFLON® only), 1"

Normally Open:

3 to 150 PSI: 1/2" to 3/4"

3 to 45 PSI: steam (TEFLON® only), 1/2" to 3/4"

1.5 to 150 PSI: 1"

1.5 to 60 PSI: steam (TEFLON® only), 1"

TEMPERATURE RANGE

Up to 176°F (BUNA-N)

Up to 302°F (TEFLON®)

Note: Placing a strainer upstream the valve with a porosity $\leq 100\mu$ is recommended. Mounting valve over horizontal pipeline with the coil upright is preferable. Valve input pressure must always be greater than the output pressure. In order to allow the valve to open, the minimum pressure indicated must be respected.

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Body:

Brass.

Seats and Seals:

BUNA-N or TEFLON® (required for steam service).

SPECIFICATIONS

Electrical Connection:

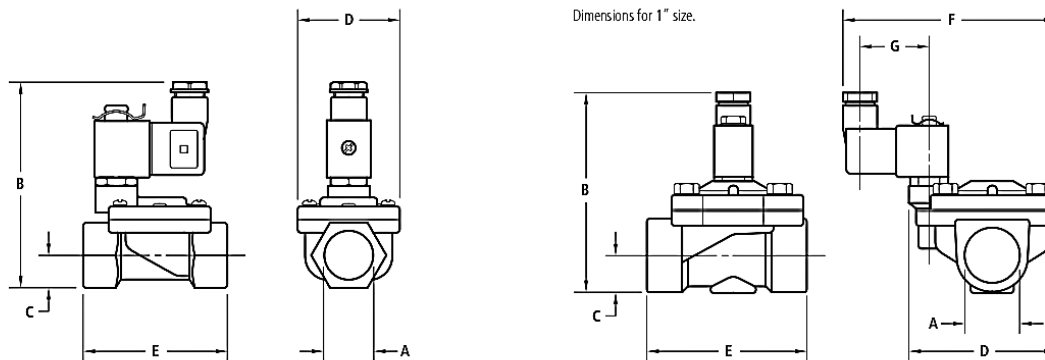
Shape B DIN 43650 with cord grip.

CV FACTORS

Size	CV (NC)	CV (NO)
3/8"	2.9	2.75
1/2"	4.2	3.10
3/4"	6.4	5.03
1"	10.5	13.00

J Series

2-way solenoid valve, normally closed
 (Threaded end connection, pilot operated)



DIMENSIONS, WEIGHTS & SPECIFICATIONS

Size	A	B	C	D	E	F	G	Wt. (lbs.)	Model No.	
									TEFLON®	BUNA-N
3/8"	0.50	3.74	0.51	1.77	2.52	-	-	0.7	2036BT03T	2036BA03T
1/2"	0.50	3.74	0.51	1.77	2.52	-	-	0.7	2036BT04T	2036BA04T
3/4"	0.63	4.06	0.67	2.05	2.86	-	-	1.4	2036BT06T	2036BA06T
1"	1.00	4.37	0.79	3.19	3.43	4.65	1.38	2.2	2036BT08T	2036BA08T

⊙ Voltage: A = 110 VAC; B = 24 VDC.

J VALVE FEATURES

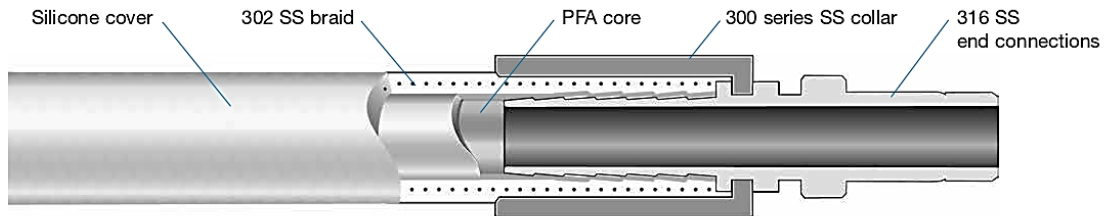
- Normally closed.
- Pilot operated.
- NPT threaded connections.
- Shape B DIN 43650 connection encapsulated minicoils; cord grip.
- IP65 and NEMA-4 protection.
- Temperature range: Up to 176°F (BUNA-N), up to 302°F (TEFLON®).
- Pressure range: 3 to 225 PSI: 1/2" to 3/4",
 3 to 45 PSI: steam (TEFLON® only), 1/2" to 3/4",
 4.5 to 225 PSI: 1",
 4.5 to 45 PSI: steam (TEFLON® only), 1".

H – Tubagem de Fornecimento

U Series PFA Hose

Features

- Highly flexible PFA hose.
- Smooth-bore PFA core.
- Size range of 1/2 through 2 in. and working pressures up to 300 psig (20.6 bar).
- 302 stainless steel reinforcement ensures hose pressure containment and supports core to resist kinking (M).
- Silicone cover provides a smooth, noncontaminating, easy-to-clean surface and reduces internal system fluid temperature transfer.
- Hose layers are encapsulated together without adhesives or cements with a patent-pending process, providing high flexibility and outstanding kink resistance.
- PFA material complies with FDA regulation 21CFR Part 177.1550, USP <87, 88> Class VI (121°C), and 3-A.
- Optional carbon black-filled PFA core is available for applications that require static dissipation.
- Commonly used where high flexibility, chemical compatibility, and a smooth exterior cover are desired.
- Custom hose lengths and end connections available.
- Options include hose covers and hose tags. See page 100 for details.
- For electrical properties, see page 5 for details.



Technical Data

Nominal Hose Size in. (mm)	Inside Diameter in. (mm)	Outside Diameter in. (mm)	Minimum Inside Bend Radius in. (cm)		Temperature Range °F (°C)	Vacuum (28.5 in.Hg [96.5 kPa]) Rated to ... °F (°C)	Working Pressure at 70°F (20°C) psig (bar)	Minimum Burst Pressure at 70°F (20°C) psig (bar)	Bulk Hose Weight lb/ft (kg/m)
			Static	Dynamic					
1/2 (12.7)	0.50 (12.7)	0.80 (20.3)	1.50 (3.81)	4.50 (11.4)	-65 to 400 (-53 to 204)	400 (204)	300 (20.6)	1200 (82.6)	0.20 (0.30)
3/4 (19.0)	0.75 (19.0)	1.12 (28.6)	2.50 (6.35)	5.20 (13.2)		400 (204)	300 (20.6)	1200 (82.6)	0.38 (0.57)
1 (25.4)	1.00 (25.4)	1.46 (37.0)	4.00 (10.2)	6.50 (16.5)		250 (121)	250 (17.2)	1000 (68.9)	0.63 (0.94)
1 1/2 (38.1)	1.50 (38.1)	2.01 (51.1)	7.00 (17.8)	9.10 (23.1)		250 (121)	200 (13.7)	800 (55.1)	0.88 (1.3)
2 (50.8)	2.00 (50.8)	2.51 (63.8)	7.00 (17.8)	9.10 (23.1)		150 (65)	150 (10.3)	600 (41.3)	1.3 (1.9)

Pressure-temperature ratings may be limited by the end connections.

Pressure-Temperature Ratings

Nominal Hose Size, in.	1/2	3/4	1	1 1/2	2
Temperature, °F (°C)	Working Pressure, psig (bar)				
-65 (-53)	200 (13.7)	115 (7.9)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
0 (-17) to 100 (37)	300 (20.6)	300 (20.6)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
200 (93)	280 (19.2)	300 (20.6)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
300 (148)	210 (14.4)	270 (18.6)	230 (15.8)	200 (13.7)	150 (10.3)
400 (204)	160 (11.0)	195 (13.4)	175 (12.0)	200 (13.7)	150 (10.3)

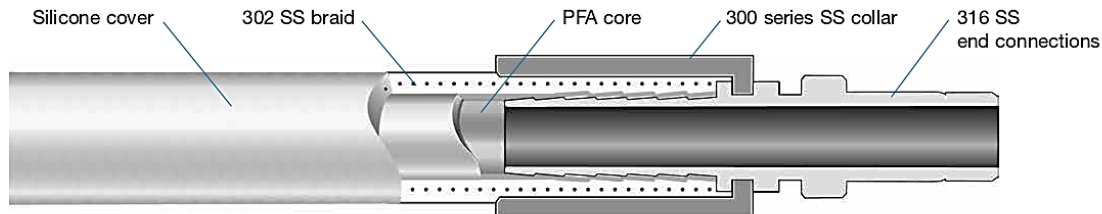
I – Tubagem de Esgoto

Hose and Flexible Tubing 65

U Series PFA Hose

Features

- Highly flexible PFA hose.
- Smooth-bore PFA core.
- Size range of 1/2 through 2 in. and working pressures up to 300 psig (20.6 bar).
- 302 stainless steel reinforcement ensures hose pressure containment and supports core to resist kinking (M).
- Silicone cover provides a smooth, noncontaminating, easy-to-clean surface and reduces internal system fluid temperature transfer.
- Hose layers are encapsulated together without adhesives or cements with a patent-pending process, providing high flexibility and outstanding kink resistance.
- PFA material complies with FDA regulation 21CFR Part 177.1550, USP <87, 88> Class VI (121°C), and 3-A.
- Optional carbon black-filled PFA core is available for applications that require static dissipation.
- Commonly used where high flexibility, chemical compatibility, and a smooth exterior cover are desired.
- Custom hose lengths and end connections available.
- Options include hose covers and hose tags. See page 100 for details.
- For electrical properties, see page 5 for details.



Technical Data

Nominal Hose Size in. (mm)	Inside Diameter in. (mm)	Outside Diameter in. (mm)	Minimum Inside Bend Radius in. (cm)		Temperature Range °F (°C)	Vacuum (28.5 in.Hg [96.5 kPa]) Rated to ... °F (°C)	Working Pressure at 70°F (20°C) psig (bar)	Minimum Burst Pressure at 70°F (20°C) psig (bar)	Bulk Hose Weight lb/ft (kg/m)
			Static	Dynamic					
1/2 (12.7)	0.50 (12.7)	0.80 (20.3)	1.50 (3.81)	4.50 (11.4)	-65 to 400 (-53 to 204)	400 (204)	300 (20.6)	1200 (82.6)	0.20 (0.30)
3/4 (19.0)	0.75 (19.0)	1.12 (28.6)	2.50 (6.35)	5.20 (13.2)		400 (204)	300 (20.6)	1200 (82.6)	0.38 (0.57)
1 (25.4)	1.00 (25.4)	1.46 (37.0)	4.00 (10.2)	6.50 (16.5)		250 (121)	250 (17.2)	1000 (68.9)	0.63 (0.94)
1 1/2 (38.1)	1.50 (38.1)	2.01 (51.1)	7.00 (17.8)	9.10 (23.1)		250 (121)	200 (13.7)	800 (55.1)	0.88 (1.3)
2 (50.8)	2.00 (50.8)	2.51 (63.8)	7.00 (17.8)	9.10 (23.1)		150 (65)	150 (10.3)	600 (41.3)	1.3 (1.9)

Pressure-temperature ratings may be limited by the end connections.

Pressure-Temperature Ratings

Nominal Hose Size, in.	1/2	3/4	1	1 1/2	2
Temperature, °F (°C)	Working Pressure, psig (bar)				
-65 (-53)	200 (13.7)	115 (7.9)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
0 (-17) to 100 (37)	300 (20.6)	300 (20.6)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
200 (93)	280 (19.2)	300 (20.6)	250 (17.2)	200 (13.7)	150 (10.3)
300 (148)	210 (14.4)	270 (18.6)	230 (15.8)	200 (13.7)	150 (10.3)
400 (204)	160 (11.0)	195 (13.4)	175 (12.0)	200 (13.7)	150 (10.3)

Swagelok Hose and Flexible Tubing Installation and Use Guide

Inspection

Establish an inspection schedule based on system application and replacement history.

Electrostatic Discharge

Static electricity can be generated by fluid passing through the hose. Select hose with sufficient conductivity to ground the static electric charge and allow static dissipation. If static electricity generation is possible within an application, choose static dissipative hose and properly ground to earth.

Vibration

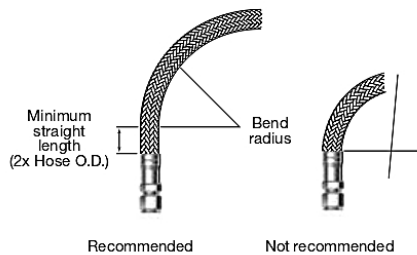
Evaluate amount of system vibration when selecting hose. Metal hose may not be appropriate for systems with constant or severe vibration.

Length

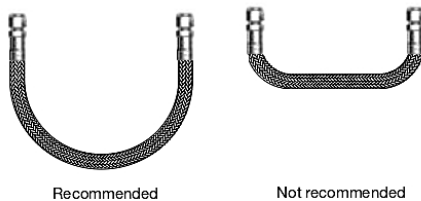
Take into consideration hose movement, system pressurization, and thermal expansion when determining hose length. Installing hose that does not have sufficient length to accommodate these factors may reduce hose life.

Minimum Bend Radius

Follow minimum bend radius requirements for your hose. Installing hose with smaller bends may kink hose and reduce hose life.

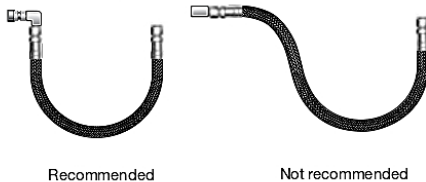


Hose rupture or leakage may result from bending too close to the hose/fitting connection.



Hose Strain

Elbows and adapters can be used to relieve hose strain.

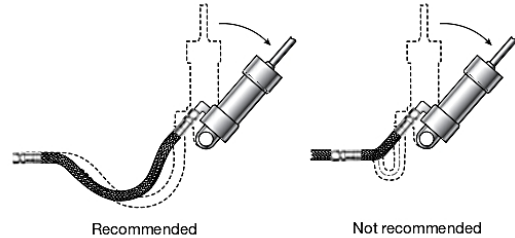


For additional information, see SAE J1273, *Recommended Practices for Hydraulic Hose Assemblies*.

Swagelok

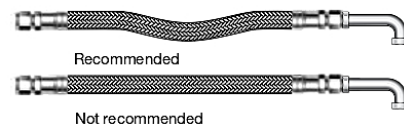
Motion Absorption

Distribute movement and prevent bends smaller than the hose's minimum bend radius by providing sufficient hose length.



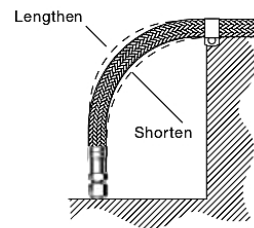
Machine Tolerance

Allow for changes in length resulting from machine motion and tolerances.



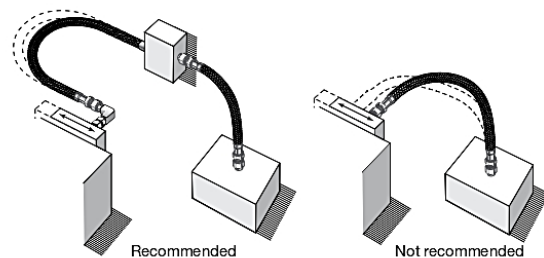
System Pressure Changes

Allow sufficient hose length to accommodate changing system pressures. Do not connect high- and low pressure hoses



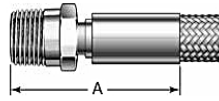
Bending in One Plane

Avoid twisting the hose by bending it in one plane only. For a compound bend, use multiple hose pieces or other isolation methods.



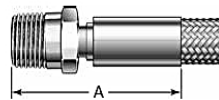
J – Conectores Tubagem

Male Pipe Threads, NPT



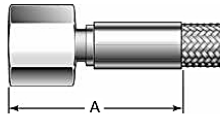
NPT Size in.	Nominal Hose Size Designator	End Connection Designator	Dimensions, in. (mm)			Pressure Rating psig (bar)
			A Max	Minimum Inside Diameter	Maximum Outside Dimension	
1/8	2	PM2	1.70 (43.2)	0.077 (1.9)	0.55 (14.0)	Determined by hose
1/4	4	PM4	1.91 (48.5)	0.16 (4.0)	0.65 (16.5)	
3/8	6	PM6	2.31 (58.7)	0.28 (7.1)	0.82 (20.8)	
1/2	8	PM8	2.72 (69.1)	0.37 (9.3)	1.04 (26.4)	
3/4	12	PM12	3.26 (82.8)	0.63 (16.0)	1.35 (34.3)	
1	16	PM16	3.45 (87.6)	0.87 (22.0)	1.75 (44.5)	
1 1/2	24	PM24	4.24 (108)	1.36 (34.5)	2.31 (58.7)	
2	32	PM32	5.12 (130)	1.84 (46.7)	2.89 (73.4)	

Male Pipe Threads, ISO/BSP Tapered (ISO 7)



Male Pipe Thread, ISO/BSP Tapered Size in.	Nominal Hose Size Designator	End Connection Designator	Dimensions, in. (mm)			Pressure Rating psig (bar)
			A Max	Minimum Inside Diameter	Maximum Outside Dimension	
1/4	4	MT4	1.91 (48.5)	0.16 (4.0)	0.66 (16.8)	Determined by hose
3/8	6	MT6	2.31 (58.7)	0.26 (6.6)	0.82 (20.8)	
1/2	8	MT8	2.72 (69.1)	0.34 (8.6)	1.04 (26.4)	
3/4	12	MT12	3.26 (82.8)	0.54 (13.7)	1.35 (34.3)	
1	16	MT16	3.45 (87.6)	0.78 (19.8)	1.75 (44.5)	
1 1/2	24	MT24	4.25 (108)	1.24 (31.4)	2.31 (58.7)	
2	32	MT32	5.12 (130)	1.68 (42.6)	2.89 (73.4)	

Female Pipe Threads, NPT



NPT Size in.	Nominal Hose Size Designator	End Connection Designator	Dimensions, in. (mm)			Pressure Rating psig (bar)
			A Max	Minimum Inside Diameter	Maximum Outside Dimension	
1/8	2	PF2	1.76 (44.7)	0.070 (1.7)	0.65 (16.5)	Determined by hose ^①
1/4	4	PF4	1.85 (47.0)	0.16 (4.0)	0.87 (22.1)	
3/8	6	PF6	2.31 (58.7)	0.26 (6.6)	1.01 (25.7)	
1/2	8	PF8	2.66 (67.6)	0.34 (8.6)	1.30 (33.0)	
3/4	12	PF12	3.32 (84.3)	0.54 (13.7)	1.52 (38.6)	
1	16	PF16	3.44 (87.4)	0.78 (19.8)	1.88 (47.8)	
1 1/2	24	PF24	4.19 (106)	1.24 (31.4)	2.75 (69.9)	
2	32	PF32	4.88 (124)	1.68 (42.6)	3.18 (80.8)	

① Brass PF4 pressure rating is 3300 psig (228 bar).

K - H1302 05 05 100

GENEBRE

GENEBRE S.A. · Avinguda Joan Carles I, 46-48
· EDIFICIO GENE BRE
Tel. +34 93 298 80 00/01 · Fax +34 93 298 80 06
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT Barcelona (Spain)
e-mail: genebre@genebre.es
web: <http://www.genebre.es>

Art.: H1302 05 05

Conexión flexible trenzada GEFLEX DN13 M 3/4" - H 3/4"
Flexible connection braided GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4"

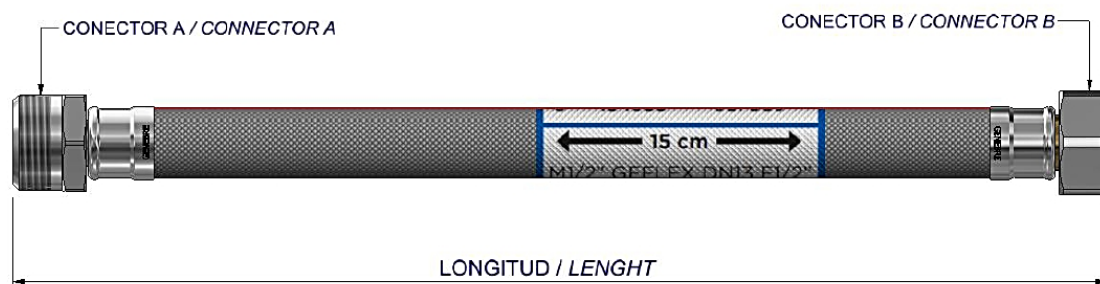


Descripción	Description
Conexiones flexibles trenzadas DN13 fabricadas según normativa UNE-EN 13618. Calidad alimentaria según NF XP P 41-280. Junta de EPDM incluida. Racores según EN ISO 228-1. Utilizados para suministro de agua potable.	Flexible DN13 braided connections manufactured according to UNE-EN 13618 standards. Food quality according to NF XP P 41-280. EPDM gasket included. Fittings according to EN ISO 228-1. Used for drinking water supply.

Aplicaciones / Applications			
Calentadores Heaters	Acumuladores Accumulators	Placas solares Solar panels	Climatización Air conditioning

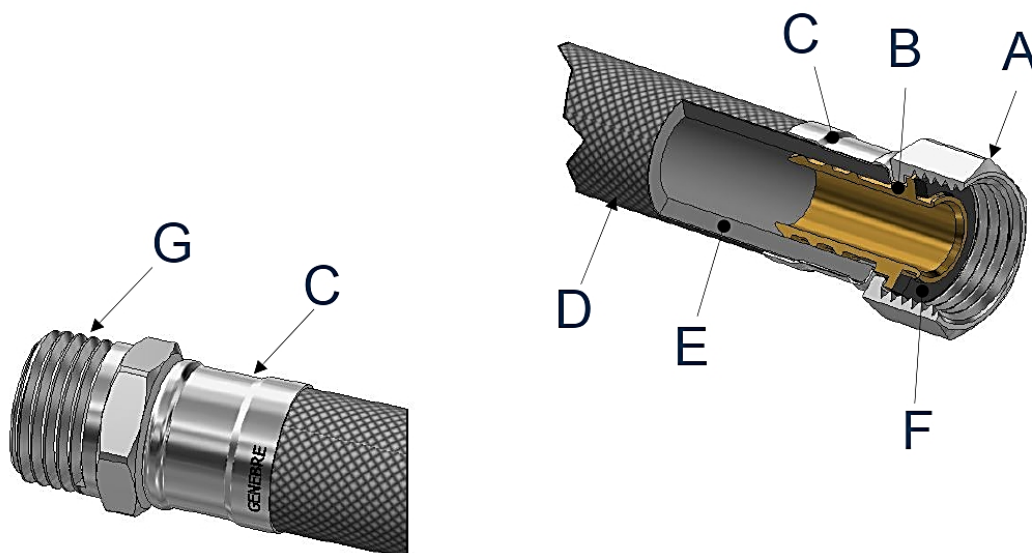
Características / Features			
	Conexiones flexibles DN13 Ø Int. 13 mm Ø Ext. 19 mm Flexible connections DN13 Ø Int. 13 mm Ø Ext. 19 mm		Radio mínimo de curvatura 45 mm Minimum radius of curvature 45 mm
	Presión máxima trabajo 10 Bar Maximum work pressure 10 Bar		Diámetro interior del racor 10 mm Fitting inner diameter 10 mm
	Temperatura máxima trabajo 90° C. Temperatura mínima trabajo 5° C. Maximum work temperature 90°C. Minimum work temperature 5°C.		Caudal. Ver pagina 4 Flow rate. See page 4

Dimensiones / Dimensions



Referencia Reference	Descripción / Description	Conector A Connector A	Conector B Connector B	Longitud Lenght
H1302 05 05 015	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 15 cm	M 3/4"	F 3/4"	15 cm
H1302 05 05 020	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 20 cm	M 3/4"	F 3/4"	20 cm
H1302 05 05 025	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 25 cm	M 3/4"	F 3/4"	25 cm
H1302 05 05 030	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 30 cm	M 3/4"	F 3/4"	30 cm
H1302 05 05 035	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 35 cm	M 3/4"	F 3/4"	35 cm
H1302 05 05 040	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 40 cm	M 3/4"	F 3/4"	40 cm
H1302 05 05 050	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 50 cm	M 3/4"	F 3/4"	50 cm
H1302 05 05 060	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 60 cm	M 3/4"	F 3/4"	60 cm
H1302 05 05 100	GEFLEX DN13 M 3/4" - F 3/4" 100 cm	M 3/4"	F 3/4"	100 cm

Materiales / Materials



Descripción / Description	Posición Position	Material	Acabado Finished
Tuerca 3/4" DN13 / 3/4" DN13 Nut	A	Latón CW617N / Brass CW617N	Niquelado / Nickel plated
Inserto 3/4" DN13 / 3/4" DN13 Insert	B	Latón CW617N / Brass CW617N	Limpiado al ácido / Cleaned to acid
Casquillo / Sleeve	C	Acero Inoxidable AISI 304 Stainless Steel AISI 304	---
Malla / Braiding	D	Acero Inoxidable AISI 304 Stainless Steel AISI 304	---
Tubo Interior / Inner tube	E	EPDM	---
Junta plana 3/4" DN13 Gasket 3/4" DN13	F	EPDM	---
Macho 3/4" DN13 / 3/4" DN13 Male	G	Latón CW617N / Brass CW617N	Niquelado / Nickel plated

Ver consejos de Instalación / See Installation tips



L – YS-800



Y type Strainer, PN40, Screwed end

Fig No. YS- 800 Full Bore
1/4" ~ 3" DN8 ~ DN80



Features :

Investment casting component
Screwed bonnet
For general chemical and industrial application

Standard Compliance :

Body wall thickness : EN 12516-1/3
Threaded end : BS 21 (BSP)
BSPT
ISO 228-1
DIN 2999
ISO 7-1Rp
Pressure testing : EN12266
Body material : EN 1503-1

Specification :

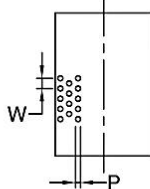
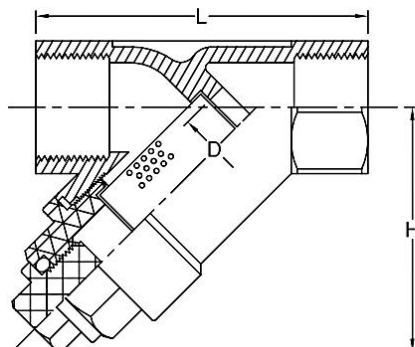
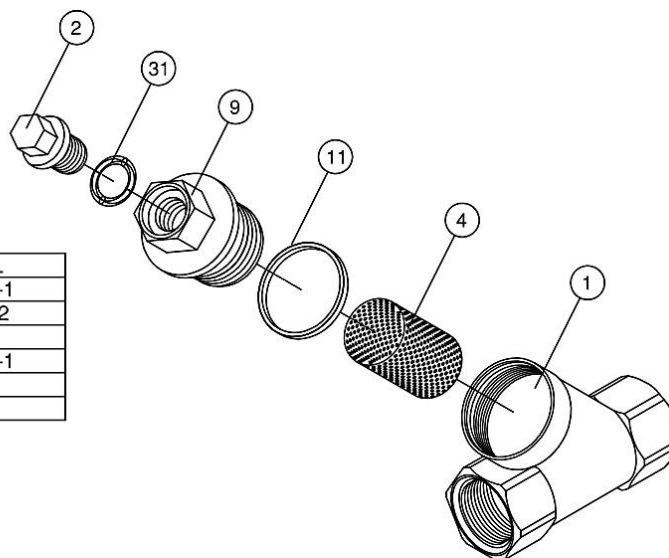
End connection : Threaded end
Working pressure : 40 bar (CWP)
Temperature : -20 ~ 180° C

Options :

Double screen (40 ~200 mesh)

MATERIALS LIST

NO.	PART NAME	MATERIAL
1	BODY	1.4408/EN1503-1
2	PLUG	CF8M/EN1503-2
4	SCREEN	SS316
9	BONNET	1.4408/EN1503-1
11	BODY SEAL	PTFE.
31	O-RING	VITON



DIMENSIONS

SIZE	L	H	D	W	P	unit:mm
DN8 1/4"	65.0	51.0	10.0	2.0	1.0	
DN10 3/8"	65.0	51.0	12.0	2.0	1.0	
DN15 1/2"	65.0	51.0	15.0	2.0	1.0	
DN20 3/4"	80.0	60.0	20.0	2.0	1.0	
DN25 1"	90.0	72.0	25.0	2.0	1.0	
DN32 1-1/4"	105.0	77.0	32.0	2.0	1.0	
DN40 1-1/2"	120.0	87.0	40.0	2.0	1.0	
DN50 2"	140.0	103.0	50.0	2.0	1.0	
DN65 2-1/2"	180.0	124.0	65.0	2.0	1.0	
DN80 3"	200.0	143.0	80.0	2.0	1.0	

M – SC-200



Swing type Check Valve, PN16, Screwed end

Fig No. SC-200 Full Bore
1/4" ~ 3" DN8 ~ DN80



Features :

Investment casting component
Screwed bonnet, Solid wedge disc
For general chemical and industrial application

Standard Compliance :

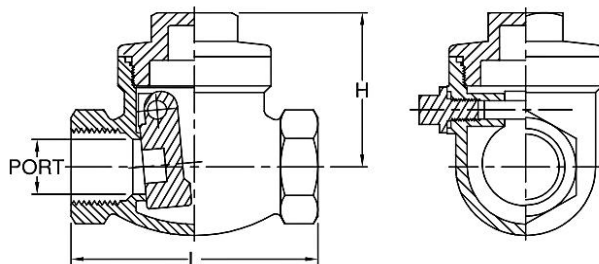
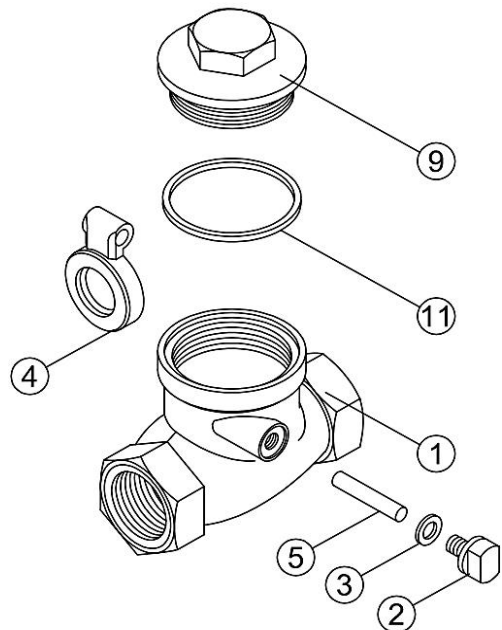
Body wall thickness : EN 12516-1/3
Threaded end : BS 21 (BSP)
BSPT
ISO 228-1
DIN 2999
ISO 7-1Rp
Pressure testing : EN12266
Body material : EN 1503-1

Specification :

End connection : Threaded end
Working pressure : 16 Bar (CWP)
Temperature : -20 ~ 180°C
Operating pressure : 0.15kgf/cm²

MATERIALS LIST

NO.	PART NAME	MATERIAL
1	BODY	1.4408/EN1503-1
2	PLUG	SS316
3	PLUG SEAL	PTFE.
4	DISC	ASTM A351Gr.CF8M
5	HANGER PIN	SS316
9	END CAP	1.4408/EN1503-1
11	BODY SEAL	PTFE.



DIMENSIONS

SIZE	PORT	L	H
DN8	1/4"	11.0	65.0
DN10	3/8"	15.0	65.0
DN15	1/2"	15.0	65.0
DN20	3/4"	20.0	80.0
DN25	1"	25.0	90.0
DN32	1-1/4"	32.0	105.0
DN40	1-1/2"	40.0	120.0
DN50	2"	50.0	140.0
DN65	2-1/2"	65.0	180.0
DN80	3"	80.0	200.0

N – YSP-800



Y type Spring Check Valve, PN40, Screwed end

Fig No. YSP- 800 Full Bore
1/4" ~ 2" DN8 ~ DN50



Features :

Investment casting component
Screwed bonnet, Replaceable seat design
Low pressure drop
For general chemical and industrial application

Standard Compliance :

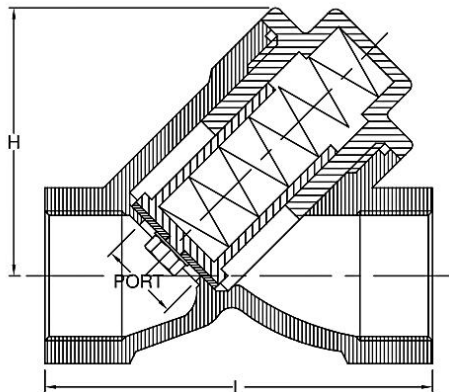
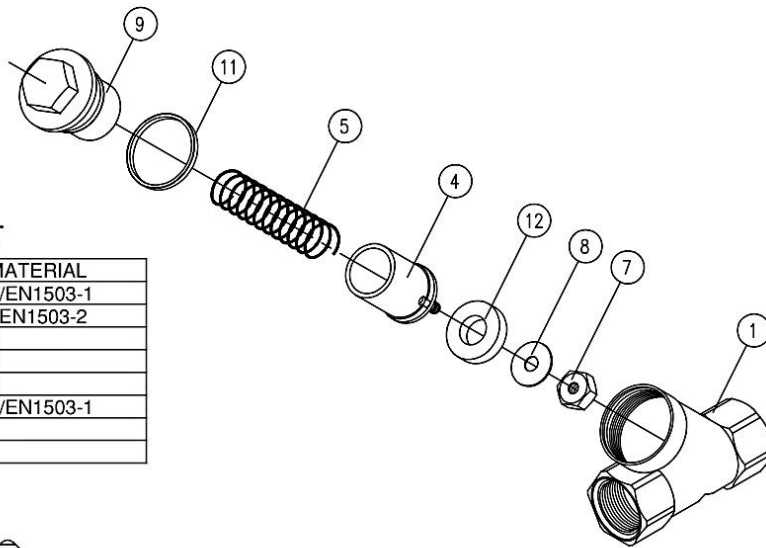
Body wall thickness : EN 12516-1/3
Threaded end : BS 21 (BSP)
BSPT
ISO 228-1
DIN 2999
ISO 7-1Rp
Pressure testing : EN12266
Body material : EN 1503-1

Specification :

End connection : Threaded end
Working pressure : 40 Bar (CWP)
Temperature : -20 ~ 180°C
Operation pressure : 0.15kgf/cm²

MATERIALS LIST

NO.	PART NAME	MATERIAL
1	BODY	1.4408/EN1503-1
4	PISTON	CF8M/EN1503-2
5	SPRING	SS316
7	NUT	SS316
8	WASHER	SS316
9	BONNET	1.4408/EN1503-1
11	BODY SEAL	PTFE.
12	SEAT	PTFE.



DIMENSIONS

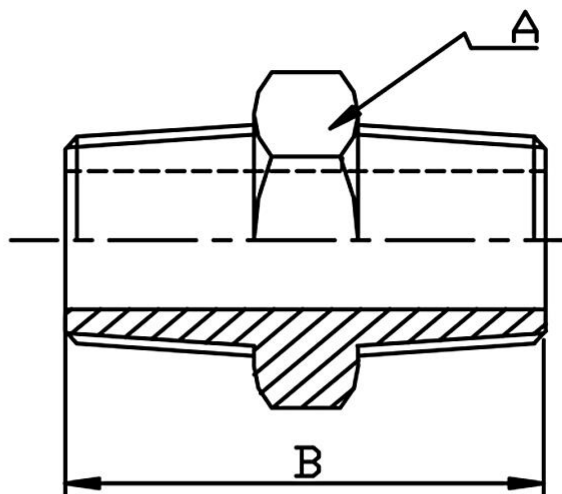
unit:mm

SIZE	PORT	L	H
DN8	1/4"	10.0	65.0
DN10	3/8"	12.0	65.0
DN15	1/2"	15.0	65.0
DN20	3/4"	20.0	80.0
DN25	1"	25.0	90.0
DN32	1-1/4"	32.0	105.0
DN40	1-1/2"	40.0	120.0
DN50	2"	50.0	140.0

O – HN12N

NERO

150LB HEXAGON NIPPLE



SIZE	CODE		DIMENSIONS		
	BSP	NPT	A	B	Kg/100
1/8	HN02	HN02N	10	29.5	0.02
1/4	HN04	HN04N	14.6	28	0.02
3/8	HN06	HN06N	18.1	31	0.03
1/2	HN08	HN08N	22.4	33.5	0.05
3/4	HN12	HN12N	28	38	0.08
1	HN16	HN16N	35	41.5	0.12
1-1/4	HN20	HN20N	44	48.5	0.19
1-1/2	HN24	HN24N	50	48.5	0.22
2	HN32	HN32N	62	57	0.33
2-1/2	HN40	HN40N	78	67	0.51
3	HN48	HN48N	91	75	0.73
4	HN64	HN64N	116	81	1.18

NERO's range of 150Lb fittings are available threaded BSP and NPT, or with Socket weld end connections. They are made from high quality investment castings to ISO4144 or above.

BSP threads are to ISO 228-1 and 7-1

NPT threads are to ANSI B2.1

Made from 316 (CF8M) stainless steel

TABLE 1: PRESSURE-TEMPERATURE RATING

TEMPERATURE (°C)	NO-SHOCK MAXIMUM WORKING PRESSURE (Bar)
-20 to 40	20
100	16.5
150	15
200	14
220	13.5

Note 1 Pressure for Intermediate temperatures may be determined by the interpolation method

Note 2 Temperatures indicated are those of the Internal fluid

Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

Did you know we keep hexagon nipples with mixed threads too?



5 STAR ★★★★★
CUSTOMER SERVICE



SAME DAY DISPATCH -
ORDERS PLACED BEFORE 4:30PM



WEALTH OF
INDUSTRY KNOWLEDGE



ONE OF THE LARGEST
STOCKISTS IN THE UK

CALL: +44 (0)121 665 3900 EMAIL: INFO@NERO.CO.UK

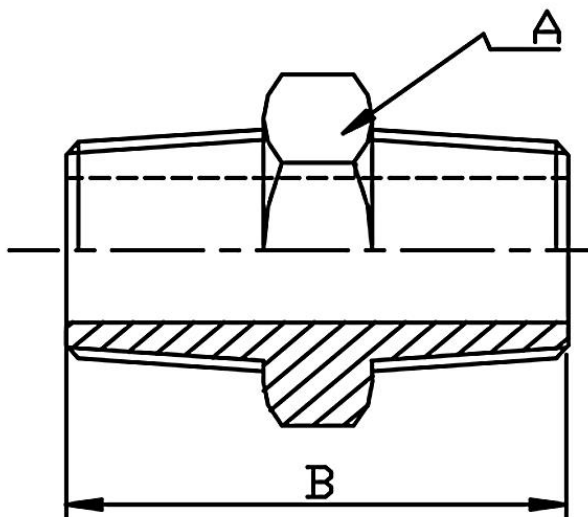
UNIT 2, UNION RD, ANGLO AFRICAN INDUSTRIAL ESTATE, OLDBURY, WEST MIDLANDS B69 3EX

WWW.NERO.CO.UK

P – HN16

NERO

150LB HEXAGON NIPPLE



SIZE	CODE		DIMENSIONS		
	BSP	NPT	A	B	Kg/100
1/8	HN02	HN02N	10	29.5	0.02
1/4	HN04	HN04N	14.6	28	0.02
3/8	HN06	HN06N	18.1	31	0.03
1/2	HN08	HN08N	22.4	33.5	0.05
3/4	HN12	HN12N	28	38	0.08
1	HN16	HN16N	35	41.5	0.12
1-1/4	HN20	HN20N	44	48.5	0.19
1-1/2	HN24	HN24N	50	48.5	0.22
2	HN32	HN32N	62	57	0.33
2-1/2	HN40	HN40N	78	67	0.51
3	HN48	HN48N	91	75	0.73
4	HN64	HN64N	116	81	1.18

NERO's range of 150Lb fittings are available threaded BSP and NPT, or with Socket weld end connections. They are made from high quality investment castings to ISO4144 or above.

BSP threads are to ISO 228-1 and 7-1

NPT threads are to ANSI B2.1

Made from 316 (CF8M) stainless steel

TABLE 1: PRESSURE-TEMPERATURE RATING	
TEMPERATURE (°C)	NO-SHOCK MAXIMUM WORKING PRESSURE (Bar)
-20 to 40	20
100	16.5
150	15
200	14
220	13.5

Note 1 Pressure for intermediate temperatures may be determined by the interpolation method

Note 2 Temperatures indicated are those of the Internal fluid

Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

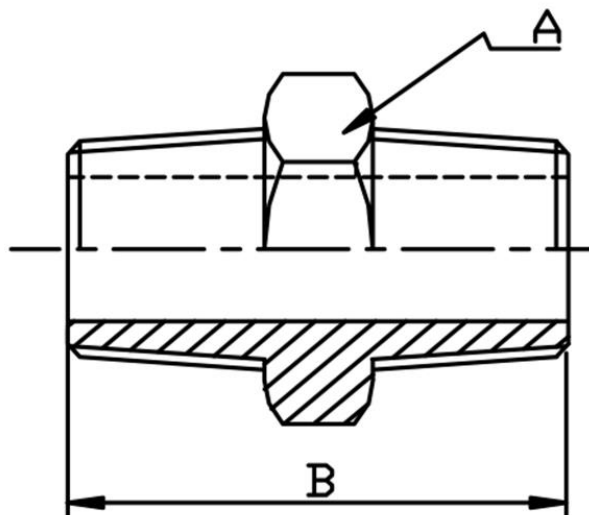
Did you know we keep hexagon nipples with mixed threads too?



Q – HN20

NERO

150LB HEXAGON NIPPLE



SIZE	CODE		DIMENSIONS		
	BSP	NPT	A	B	Kg/100
1/8	HN02	HN02N	10	29.5	0.02
1/4	HN04	HN04N	14.6	28	0.02
3/8	HN06	HN06N	18.1	31	0.03
1/2	HN08	HN08N	22.4	33.5	0.05
3/4	HN12	HN12N	28	38	0.08
1	HN16	HN16N	35	41.5	0.12
1-1/4	HN20	HN20N	44	48.5	0.19
1-1/2	HN24	HN24N	50	48.5	0.22
2	HN32	HN32N	62	57	0.33
2-1/2	HN40	HN40N	78	67	0.51
3	HN48	HN48N	91	75	0.73
4	HN64	HN64N	116	81	1.18

NERO's range of 150Lb fittings are available threaded BSP and NPT, or with Socket weld end connections. They are made from high quality investment castings to ISO4144 or above.

BSP threads are to ISO 228-1 and 7-1

NPT threads are to ANSI B2.1

Made from 316 (CF8M) stainless steel

TABLE 1: PRESSURE-TEMPERATURE RATING

TEMPERATURE (°C)	NO-SHOCK MAXIMUM WORKING PRESSURE (Bar)
-20 to 40	20
100	16.5
150	15
200	14
220	13.5

Note 1 Pressure for intermediate temperatures may be determined by the interpolation method
 Note 2 Temperatures indicated are those of the internal fluid
 Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

200	14
220	13.5

Note 1 Pressure for intermediate temperatures may be determined by the interpolation method
 Note 2 Temperatures indicated are those of the internal fluid
 Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

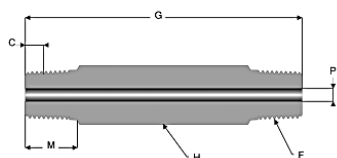
Did you know we keep hexagon nipples with mixed threads too?



S – 12-HLMM-3NB

MALE UNIONS 9

HEX LONG NIPPLE MALE - TAPERED (NPT / BSPT)



F	Reference	G		H		M		P		C (NPT)		C (BSPT)	
		mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
1/8"	2-HLMM-1,5 ***	38,1	1 1/2"	12	7/16"	9,5	3/8"	4,8	3/16"	4,5	0,18	4,0	0,16
1/8"	2-HLMM-2 ***	50,8	2"	12	7/16"	9,5	3/8"	4,8	3/16"	4,5	0,18	4,0	0,16
1/8"	2-HLMM-2,5 ***	63,5	2 1/2"	12	7/16"	9,5	3/8"	4,8	3/16"	4,5	0,18	4,0	0,16
1/8"	2-HLMM-3 ***	76,2	3"	12	7/16"	9,5	3/8"	4,8	3/16"	4,5	0,18	4,0	0,16
1/4"	4-HLMM-1,5 ***	38,1	1 1/2"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
1/4"	4-HLMM-2 ***	50,8	2"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
1/4"	4-HLMM-2,5 ***	63,5	2 1/2"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
1/4"	4-HLMM-3 ***	76,2	3"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
1/4"	4-HLMM-4 ***	101,6	4"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
1/4"	4-HLMM-6 ***	152,4	6"	14	9/16"	14,3	9/16"	7,1	9/32"	5,0	0,20	6,0	0,24
3/8"	6-HLMM-2 ***	50,8	2"	19	3/4"	14,3	9/16"	9,5	3/8"	6,0	0,24	6,4	0,25
3/8"	6-HLMM-3 ***	76,2	3"	19	3/4"	14,3	9/16"	9,5	3/8"	6,0	0,24	6,4	0,25
1/2"	8-HLMM-2 ***	50,8	2"	22	7/8"	19,1	3/4"	12,7	1/2"	8,1	0,32	8,2	0,32
1/2"	8-HLMM-4 ***	101,6	4"	22	7/8"	19,1	3/4"	12,7	1/2"	8,1	0,32	8,2	0,32
1/2"	8-HLMM-6 ***	152,4	6"	22	7/8"	19,1	3/4"	12,7	1/2"	8,1	0,32	8,2	0,32
3/4"	12-HLMM-3 ***	76,2	3"	27	1 1/16"	19,1	3/4"	15,9	5/8"	8,6	0,34	9,5	0,38
3/4"	12-HLMM-4 ***	101,6	4"	27	1 1/16"	19,1	3/4"	15,9	5/8"	8,6	0,34	9,5	0,38
3/4"	12-HLMM-6 ***	152,4	6"	27	1 1/16"	19,1	3/4"	15,9	5/8"	8,6	0,34	9,5	0,38
1"	16-HLMM-3 ***	76,2	3"	36	1 3/8"	23,8	1 1/4"	22,2	7/8"	10,1	0,40	10,3	0,41
1"	16-HLMM-4 ***	101,6	4"	36	1 3/8"	23,8	1 1/4"	22,2	7/8"	10,1	0,40	10,3	0,41
1"	16-HLMM-6 ***	152,4	6"	36	1 3/8"	23,8	1 1/4"	22,2	7/8"	10,1	0,40	10,3	0,41

• SS for Stainless Steel / B for Brass

*** Thread: N (NPT) or T (BSPT)

H is hex flat (fractional upon request)

ALL RIGHTS OF CHANGE RESERVED

★ ★ ROTAREX
EQUIPMENT

20 TECHNICAL DATA

TECHNICAL DATA

UNITS

1 bar	=	14,50 psi	=	100 kPa.
1 psi	=	0.069 bar	=	6,89 kPa
1 kPa (ISO)	=	0.01 bar	=	0,1451 psi
1 Kg/cm ²	=	0.980 bar	=	14,22 psi = 98 kPa
T° C (C : Celsius)	=	(T°F - 32) / 1.8	=	T°K - 273,15
T° F (F : Farenheit)	=	(1.8 x T°C) + 32	=	(1.8 x T°K) + 523,69
T° K (K : Kelvin)	=	T°C + 273.16	=	(T°F / 1.8) + 255,38
T° R (R : Rankine)	=	(1.8 x T°C) + 491.69	=	T°F + 459,69
1 inch	=	25.4 mm		
1 mm	=	0.045 inch		

NORMS TAPERED

Tapered (ISO 7/1)

NPT(National Pipe Tapered) NFE 03-601

BSPT (Whitworth) : NFE 03-004



Parallel (ISO 228/1)

BSPP (Whitworth) : NFE 03-005



THREAD PRESSURE RATINGS - BRASS

	Male Thread							Female Thread						
F	1/16"	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1/16"	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Bar	379	345	276	269	262	248	179	227	221	227	179	165	159	152
PSI	5500	5000	4000	3900	3800	3600	2600	3300	3200	3300	2600	2400	2300	2200

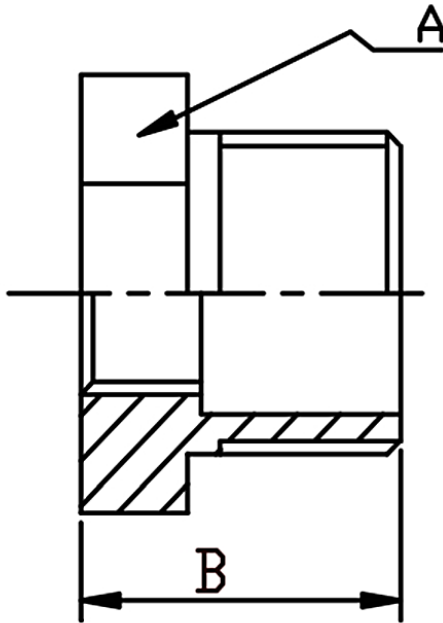
FACTOR K TO MULTIPLICATE AT ELEVATED TEMPERATURE - BRASS

T°F	T°C	K
-20 to 100°F	-29 to 38°C	1
100 to 150°F	38 to 66°C	0,85
150 to 200°F	66 to 93°C	0,8
200 to 250°F	93 to 121°C	0,8
250 to 300°F	121 to 149°C	0,78
300 to 350°F	149 to 177°C	0,67
350 to 400°F	177 to 204°C	0,50
400 to 450°F	204 to 232°C	/
450 to 500°F	232 to 260°C	/

T – RB2016

NERO

150LB REDUCING BUSH



NERO's range of 150lb fittings are available threaded BSP and NPT, or with Socket weld end connections. They are made from high quality investment castings to ISO4144 or above.

BSP threads are to ISO 228-1 and 7-1

NPT threads are to ANSI B2.1

Made from 316 (CF8M) stainless steel

TEMPERATURE (°C)	NO-SHOCK MAXIMUM WORKING PRESSURE (Bar)
-20 to 40	20
100	16.5
150	15
200	14
220	13.5

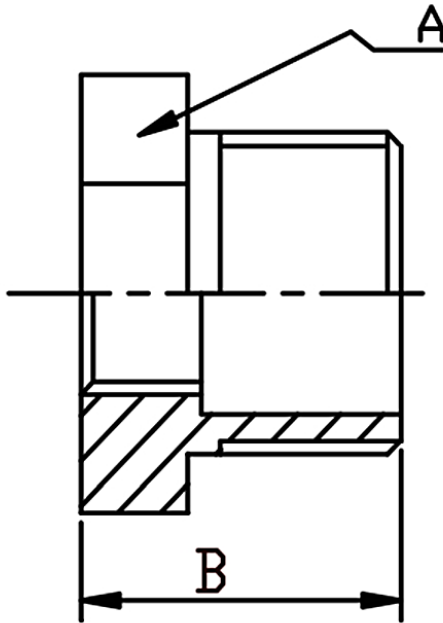
Note 1 Pressure for intermediate temperatures may be determined by the interpolation method
 Note 2 Temperatures indicated are those of the internal fluid
 Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

SIZE	CODE		DIMENSIONS		
	BSP	NPT	A	B	KG EACH
1/4 X 1/8	RB0402	RB0402N	14.5	14.5	0.0121
3/8 X 1/8	RB0602	RB0602N	18	16	0.0193
3/8 X 1/4	RB0604	RB0604N	18	16	0.0186
1/2 X 1/8	RB0802	RB0802N	21.4	19.5	0.0331
1/2 X 1/4	RB0804	RB0804N	21.4	19.5	0.0325
1/2 X 3/8	RB0806	RB0806N	21.4	19.5	0.0294
3/4 X 1/4	RB1204	RB1204N	27	21	0.0574
3/4 X 3/8	RB1206	RB1206N	27	21	0.0525
3/4 X 1/2	RB1208	RB1208N	27	21	0.0513
1 X 1/4	RB1604	-	33.9	24	0.0991
1 X 3/8	RB1606	-	33.9	24	0.0955
1 X 1/2	RB1608	RB1608N	33.9	27	0.0944
1 X 3/4	RB1612	RB1612N	33.9	27	0.0852
1-1/4 X 3/8	RB2006	-	42.7	27	0.1344
1-1/4 X 1/2	RB2008	-	42.7	27	0.166
1-1/4 X 3/4	RB2012	RB2012N	42.7	27	0.1543
1-1/4 X 1	RB2016	RB2016N	42.7	27	0.1209
1-1/2 X 3/8	RB2406	-	48.6	27	0.1784
1-1/2 X 1/2	RB2408	RB2408N	48.6	27	0.1662
1-1/2 X 3/4	RB2412	RB2412N	48.6	27	0.2055
1-1/2 X 1	RB2416	RB2416N	48.6	27	0.1884
1-1/2 X 1-1/4	RB2420	RB2420N	48.6	27	0.1384
2 X 1/2	RB3208	-	60.5	31	0.2828
2 X 3/4	RB3212	RB3212N	60.5	31	0.2684
2 X 1	RB3216	RB3216N	60.5	31	0.303
2 X 1-1/4	RB3220	RB3220N	60.5	31	0.3146
2 X 1-1/2	RB3224	RB3224N	60.5	31	0.3068
2-1/2 X 3/4	RB4012	-	78	34	0.324
2-1/2 X 1	RB4016	-	78	34	0.3894
2-1/2 X 1-1/4	RB4020	-	78	34	0.3557
2-1/2 X 1-1/2	RB4024	RB4024N	78	34	0.5663
2-1/2 X 2	RB4032	RB4032N	78	34	0.463
3 X 1	RB4816	-	91	38	0.6483
3 X 1-1/4	RB4820	-	91	38	0.6865
3 X 1-1/2	RB4824	-	91	38	0.737
3 X 2	RB4832	RB4832N	91	38	0.7925
3 X 2-1/2	RB4840	RB4840N	91	38	0.5778
4 X 1-1/2	RB6424	-	116	44	1.105
4 X 2	RB6432	RB6432N	116	44	1.253
4 X 2-1/2	RB6440	RB6440N	116	44	1.42
4 X 3	RB6448	RB6448N	116	44	1.29

U – RB1612

NERO

150LB REDUCING BUSH



NERO's range of 150Lb fittings are available threaded BSP and NPT, or with Socket weld end connections. They are made from high quality investment castings to ISO4144 or above.

BSP threads are to ISO 228-1 and 7-1

NPT threads are to ANSI B2.1

Made from 316 (CF8M) stainless steel

TABLE 1: PRESSURE-TEMPERATURE RATING

TEMPERATURE (°C)	NO-SHOCK MAXIMUM WORKING PRESSURE (Bar)
-20 to 40	20
100	16.5
150	15
200	14
220	13.5

Note 1 Pressure for Intermediate temperatures may be determined by the interpolation method

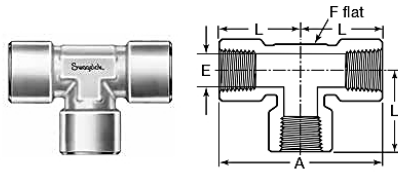
Note 2 Temperatures indicated are those of the Internal fluid

Note 3 Piping loads, stresses And moments are not taken into account

SIZE	CODE		DIMENSIONS		
	BSP	NPT	A	B	KG EACH
1/4 X 1/8	RB0402	RB0402N	14.5	14.5	0.0121
3/8 X 1/8	RB0602	RB0602N	18	16	0.0193
3/8 X 1/4	RB0604	RB0604N	18	16	0.0186
1/2 X 1/8	RB0802	RB0802N	21.4	19.5	0.0331
1/2 X 1/4	RB0804	RB0804N	21.4	19.5	0.0325
1/2 X 3/8	RB0806	RB0806N	21.4	19.5	0.0294
3/4 X 1/4	RB1204	RB1204N	27	21	0.0574
3/4 X 3/8	RB1206	RB1206N	27	21	0.0525
3/4 X 1/2	RB1208	RB1208N	27	21	0.0513
1 X 1/4	RB1604	-	33.9	24	0.0991
1 X 3/8	RB1606	-	33.9	24	0.0955
1 X 1/2	RB1608	RB1608N	33.9	27	0.0944
1 X 3/4	RB1612	RB1612N	33.9	27	0.0852
1-1/4 X 3/8	RB2006	-	42.7	27	0.1344
1-1/4 X 1/2	RB2008	-	42.7	27	0.166
1-1/4 X 3/4	RB2012	RB2012N	42.7	27	0.1543
1-1/4 X 1	RB2016	RB2016N	42.7	27	0.1209
1-1/2 X 3/8	RB2406	-	48.6	27	0.1784
1-1/2 X 1/2	RB2408	RB2408N	48.6	27	0.1662
1-1/2 X 3/4	RB2412	RB2412N	48.6	27	0.2055
1-1/2 X 1	RB2416	RB2416N	48.6	27	0.1884
1-1/2 X 1-1/4	RB2420	RB2420N	48.6	27	0.1384
2 X 1/2	RB3208	-	60.5	31	0.2828
2 X 3/4	RB3212	RB3212N	60.5	31	0.2684
2 X 1	RB3216	RB3216N	60.5	31	0.303
2 X 1-1/4	RB3220	RB3220N	60.5	31	0.3146
2 X 1-1/2	RB3224	RB3224N	60.5	31	0.3068
2-1/2 X 3/4	RB4012	-	78	34	0.324
2-1/2 X 1	RB4016	-	78	34	0.3894
2-1/2 X 1-1/4	RB4020	-	78	34	0.3557
2-1/2 X 1-1/2	RB4024	RB4024N	78	34	0.5663
2-1/2 X 2	RB4032	RB4032N	78	34	0.463
3 X 1	RB4816	-	91	38	0.6483
3 X 1-1/4	RB4820	-	91	38	0.6865
3 X 1-1/2	RB4824	-	91	38	0.737
3 X 2	RB4832	RB4832N	91	38	0.7925
3 X 2-1/2	RB4840	RB4840N	91	38	0.5778
4 X 1-1/2	RB6424	-	116	44	1.105
4 X 2	RB6432	RB6432N	116	44	1.253
4 X 2-1/2	RB6440	RB6440N	116	44	1.42
4 X 3	RB6448	RB6448N	116	44	1.29

V – B-12-T

Tees



Female NPT

NPT Size in.	Basic Ordering Number	Dimensions, in. (mm)				Pressure Ratings psig (bar)				
		A	E	L	F	316 SS, Carbon Steel	Brass	Alloy 2507, Alloy 625	6-Moly	Alloy 825
1/8	-2-T	2.08 (52.8)	0.34 (8.6)	1.04 (26.4)	1/2	6 200 (427)	3 100 (213)	11 900 (819)	8 400 (578)	7 200 (496)
1/4	-4-T	2.34 (59.4)	0.45 (11.4)	1.17 (29.7)	11/16	7 200 (496)	3 600 (248)	13 900 (957)	9 700 (668)	8 300 (571)
3/8	-6-T	2.84 (72.1)	0.59 (15.0)	1.42 (36.1)	13/16	5 600 (385)	2 800 (192)	10 800 (744)	7 500 (516)	6 500 (447)
1/2	-8-T	3.12 (79.2)	0.73 (18.5)	1.56 (39.6)	1	5 600 (385)	2 800 (192)	10 800 (744)	7 500 (516)	6 500 (447)
3/4	-12-T	3.84 (97.5)	0.94 (23.9)	1.92 (48.8)	1 1/4	5 100 (351)	2 500 (172)	9 800 (675)	6 900 (475)	5 900 (406)
1	-16-T	3.82 (97.0)	1.17 (29.7)	1.91 (48.5)	1 11/16	6 400 (440)	3 200 (220)	10 000 (689)	8 600 (592)	7 400 (509)
Heavy-Wall Female NPT										
1/4	SS-4-T-10K	3.12 (79.2)	0.45 (11.4)	1.56 (39.6)	1	10 000 (689)	—	—	—	—
1/2	SS-8-T-10K	3.94 (100)	0.73 (18.5)	1.97 (50.0)	1 11/16	10 000 (689)	—	—	—	—

Temperature Ratings

System temperatures may be limited by the thread sealant or, when applicable, the gasket or O-ring material.

Fitting Materials

Material	Maximum Temperature °F (°C)
316 stainless steel	1000 (537)
Carbon steel	375 (190)
Brass	400 (204)
6-Moly	600 (315)
Alloy 625	1000 (537)
Alloy 825	800 (426)
Alloy 2507	482 (250)

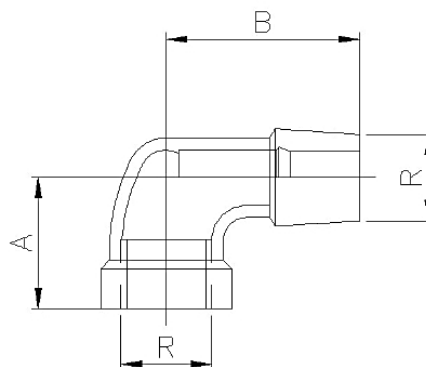
ARTICULO: 0092
Fittings inoxidable: Codo 90° M-H.
Stainless steel fittings: Elbow 90° M-F.

Características

1. Construcción en Inoxidable 316 Microfusión.
2. Roscas de acuerdo a norma ISO 7-1 (EN 10226-1).
3. Dimensiones de acuerdo a norma ISO 4144.
4. Presión máxima de trabajo 20 Bar (S-150).
5. Temperatura de trabajo -20 °C a 220 °C.

Features

1. Made of AISI 316 (Casting).
2. Thread according to ISO 7-1 (EN 10226-1) Std.
3. Dimensions according to ISO 4144 Std.
4. Max. Working pressure 20 Bar (S-150).
5. Temperature ratings -20 °C to 220 °C.



DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref.	Medida / Size (R)	Dimensiones / Dimensions (mm)	
		A	B
0092 02	1/4"	19	27
0092 03	3/8"	23	29
0092 04	1/2"	27	35
0092 05	3/4"	32	40
0092 06	1"	38	46
0092 07	1 1/4"	45	54
0092 08	1 1/2"	48	57
0092 09	2"	57	70
0092 10	2 1/2"	69	83
0092 11	3"	78	94
0092 12	4"	96	115

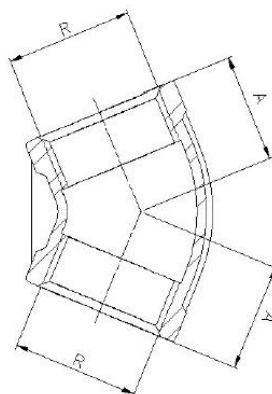
ARTICULO: 0120
Fittings Inoxidable: Codo 45° H-H.
Stainless steel fittings: Elbow 45° F-F.

Características

1. Construcción en Inoxidable 316 Microfusión.
2. Roscas de acuerdo a norma ISO 7-1 (EN 10226-1).
3. Dimensiones de acuerdo a norma ISO 4144.
4. Presión máxima de trabajo 20 Bar (S-150).
5. Temperatura de trabajo -20 °C a 220 °C.

Features

1. Made of AISI 316 (Casting) .
2. Thread according to ISO 7-1 (EN 10226-1) Std.
3. Dimensions according to ISO 4144 Std.
4. Max. Working pressure 20 Bar (S-150).
5. Temperature ratings -20 °C to 220 °C.



DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref.	Medida / Size (R)	Dimensiones / Dimensions (mm)
0120 02	1/4"	17
0120 03	3/8"	19
0120 04	1/2"	21
0120 05	3/4"	25
0120 06	1"	29
0120 07	1 1/4"	33
0120 08	1 1/2"	37
0120 09	2"	42
0120 10	2 1/2"	49

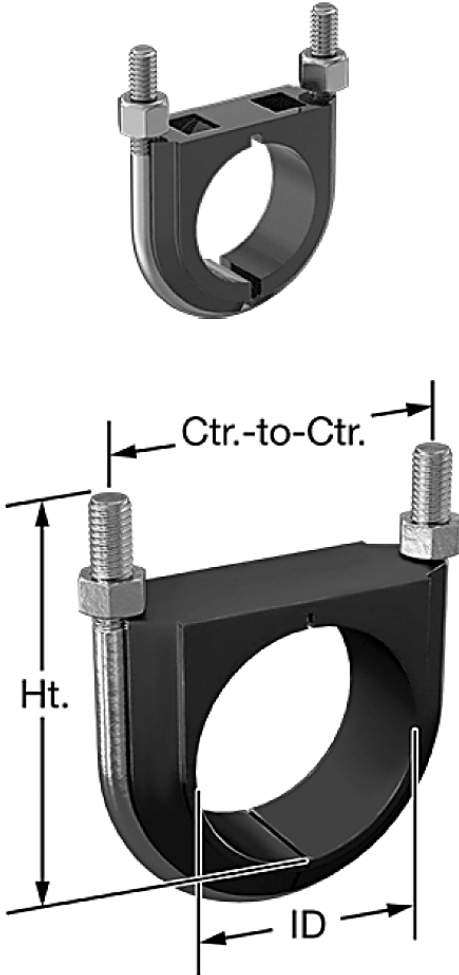
Y – 3176T48

McMASTER-CARR®

Vibration-Damping U-Bolt

Zinc-Plated Steel, 1/4"-20 Thread Size, 1-3/8" ID

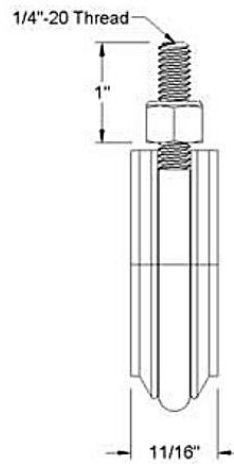
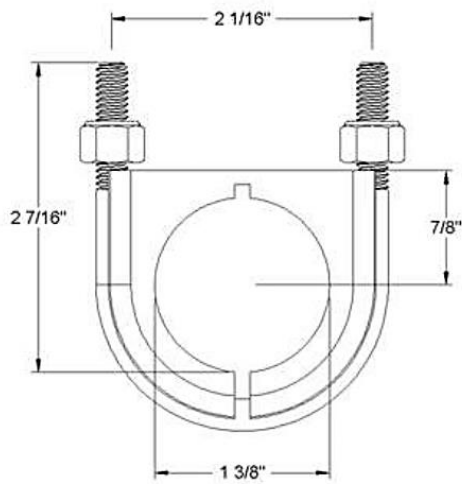
\$6
31'



Mount Type	Threaded
Thread Size	1/4"-20
ID	
Inch	1 3/8"
Metric	35 mm
For Pipe Size	1
For Rigid Conduit	1
Trade Size	
For IMC Conduit	1
Trade Size	
For Copper Tube	
Size	1 1/4
Height	2 7/16"
Thread Length	1"
Capacity	475 lbs.
Material	Zinc Plated Steel
Center-to-Center	2 1/16"
Leg Diameter	11/16"
Includes	
Mounting Plate	No
Cushion	
Material	Plastic
Color	Black
Number of Nuts	
Included	2
Nut	
Style	Nylon-Insert Locknut
Material	Steel
Temperature	
Range	-50° to 270° F
Specifications	MSS-SP-69, Type 24;MSS-SP-69, Type
Met	59
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/16/2019, 201 SVHC) Compliant
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant

Reduce vibration and noise in your lines—a plastic cushion tightly grips pipe, tubing, and conduit to prevent movement. All have nylon-insert locknuts, which grip the thread to resist loosening without damaging threads. Use to support heavy pipe, tube, and conduit from ceilings, walls, and poles.

Zinc-plated steel U-bolts have good corrosion resistance in most environments.



McMASTER-CARR <small>CAD</small> http://www.mcmaster.com © 2017 McMaster-Carr Supply Company <small>Information in this drawing is provided for reference only.</small>	PART NUMBER 3176T48
	Vibration-Damping U-Bolt

Z – 3176T36

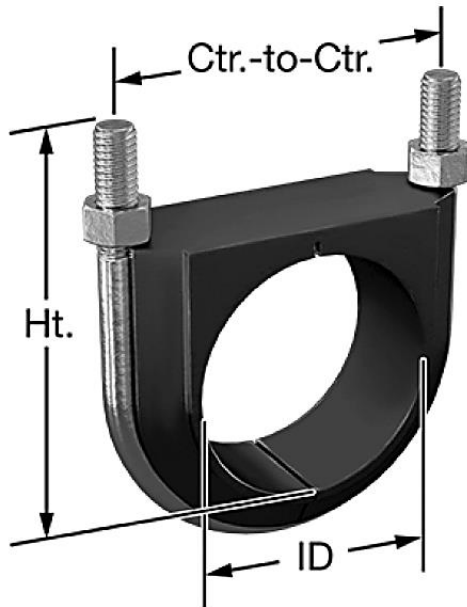
McMASTER-CARR®

Vibration-Damping U-Bolt

Zinc-Plated Steel, 3/8"-16 Thread Size, 2-3/8" ID

\$8

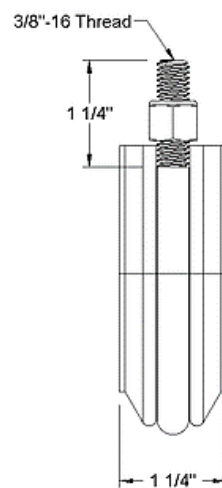
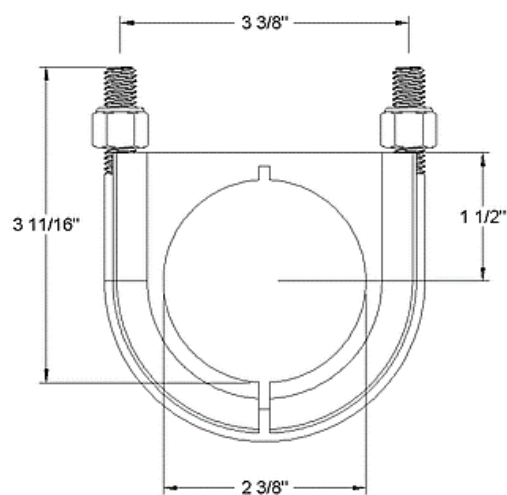
31



Mount Type	Threaded
Thread Size	3/8"-16
ID	
Inch	2 3/8"
Metric	60 mm
For Pipe Size	2
For Rigid Conduit	2
Trade Size	
For IMC Conduit	2
Trade Size	
Height	3 11/16"
Thread Length	1 1/4"
Capacity	1,200 lbs.
Material	Zinc Plated Steel
Center-to-Center	3 3/8"
Leg Diameter	1 1/4"
Includes	No
Mounting Plate	
Cushion	
Material	Plastic
Color	Black
Number of Nuts	2
Included	
Nut	
Style	Nylon-Insert Locknut
Material	Steel
Temperature	
Range	-50° to 270° F
Specifications	MSS-SP-69, Type 24;MSS-SP-69, Type
Met	59
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/16/2019, 201 SVHC) Compliant
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant

Reduce vibration and noise in your lines—a plastic cushion tightly grips pipe, tubing, and conduit to prevent movement. All have nylon-insert locknuts, which grip the thread to resist loosening without damaging threads. Use to support heavy pipe, tube, and conduit from ceilings, walls, and poles.

Zinc-plated steel U-bolts have good corrosion resistance in most environments.



McMASTER-CARR <small>CAD</small> http://www.mcmaster.com © 2018 McMaster-Carr Supply Company <small>Information in this drawing is provided for reference only.</small>	PART NUMBER 3176T36
	Vibration-Damping U-Bolt

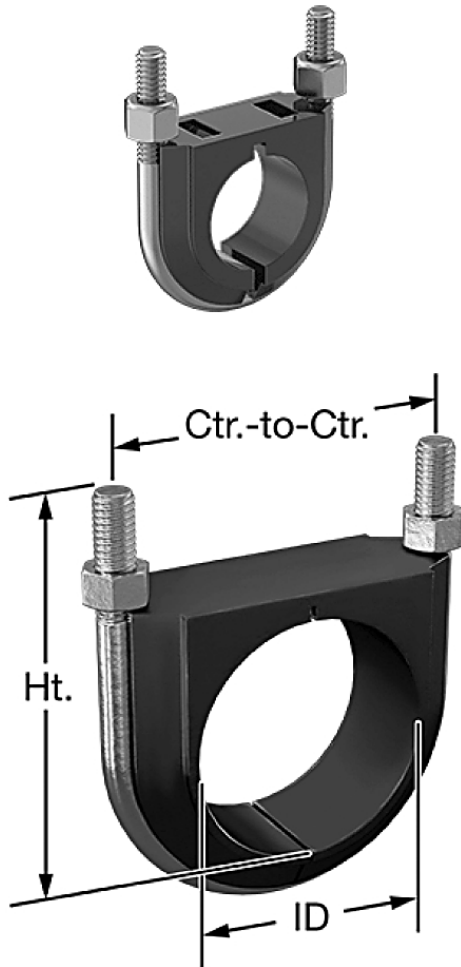
A1 – 3176T32

McMASTER-CARR.

Vibration-Damping U-Bolt

Zinc-Plated Steel, 1/4"-20 Thread Size, 1-1/16" ID

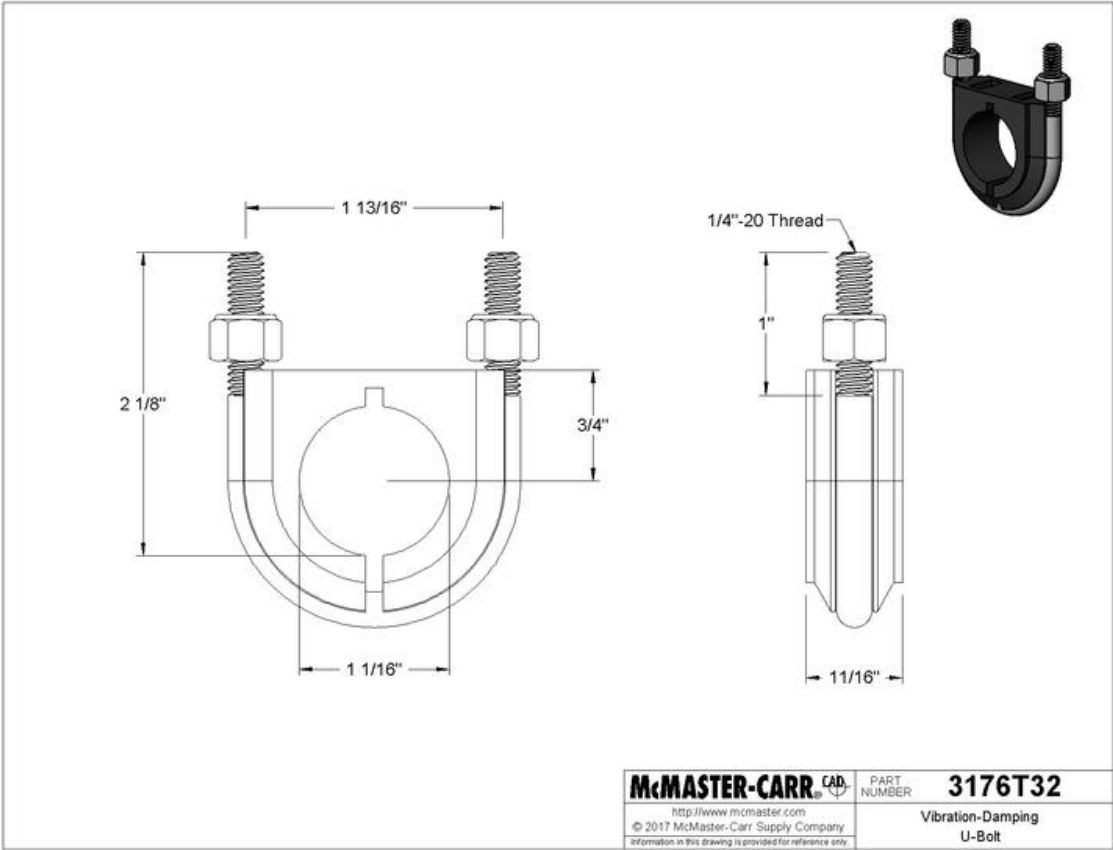
\$6.1
317



Mount Type	Threaded
Thread Size	1/4"-20
ID	
Inch	1 1/16"
Metric	27 mm
For Pipe Size	3/4
For Rigid Conduit	
Trade Size	3/4
For IMC Conduit	
Trade Size	3/4
Height	2 1/8"
Thread Length	1"
Capacity	475 lbs.
Material	Zinc Plated Steel
Center-to-Center	1 13/16"
Leg Diameter	11/16"
Includes	No
Mounting Plate	
Cushion	
Material	Plastic
Color	Black
Number of Nuts	2
Included	
Nut	
Style	Nylon-Insert Locknut
Material	Steel
Temperature	
Range	-50° to 270° F
Specifications	MSS-SP-69, Type 24;MSS-SP-69, Type 59
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/16/2019, 201 SVHC) Compliant
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant

Reduce vibration and noise in your lines—a plastic cushion tightly grips pipe, tubing, and conduit to prevent movement. All have nylon-insert locknuts, which grip the thread to resist loosening without damaging threads. Use to support heavy pipe, tube, and conduit from ceilings, walls, and poles.

Zinc-plated steel U-bolts have good corrosion resistance in most environments.



B1 – 03195-102306020

03195 Pinos de encaixe com anel de chave



Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Pinos em aço.

Anel de chave em aço inoxidável.

Versão:

Pino zincado.

Anel de chave com superfície sem tratamento.

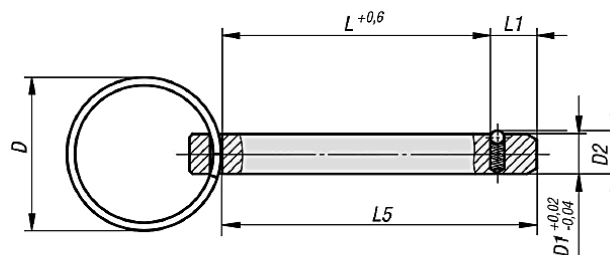
Indicação:

Os pinos de encaixe servem para fixar e unir peças em geral assim como peças de trabalho com rapidez e facilidade.

Cisalhamento duplo (F) = $S \cdot \tau$ aB máx.

Os pinos de encaixe com anel de chave constituem uma alternativa mais econômica em relação aos pinos de encaixe na versão padrão.

Desenhos



Visão geral dos artigos

Código do artigo	D	D1	D2	L	L1	L5	Cisalhamento duplo máx. kN
03195-102306015	23	6	6,5	15	7	22	22
03195-102306020	23	6	6,5	20	7	27	22
03195-102306030	23	6	6,5	30	7	37	22
03195-102306040	23	6	6,5	40	7	47	22
03195-102808030	28	8	8,8	30	8	38	38
03195-102808040	28	8	8,8	40	8	48	38
03195-102808050	28	8	8,8	50	8	58	38

C1 – LA322E-M12



Level Switch for liquids

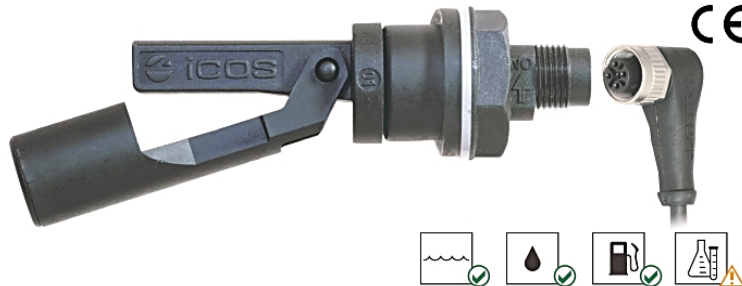
External side mounting through Ø22mm hole with **compression** gasket and M12 plug output

Datasheet
B.03/Jan2017

LA322E-M12

Material

PPA - Polyphthalamide
(PA hex nut)



How it works Movement of the magnetic float opens/closes a hermetically sealed contact (**reed switch**).

Details

- Compact and low cost;
- On/Off SPST output;
- Operation can be normally open or normally closed, by rotating the switch 180°;
- Mounting in thin wall tank or closed tanks;
- Detect level of liquids in pipes.

Typical applications

- Tank liquid level control;
- Pumps automation.



Chemical products require preliminary tests to confirm compatibility.

Liquid with ferrous particles should be avoided.

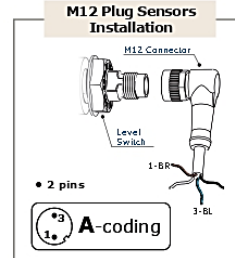
Technical specifications

Maximum operating pressure	2bar
Operating temperature range	-10°C to 125°C
Liquid minimum density (SG)	0.70
Sealing	NBR compression gasket
Output connection	M12 male plug (2 pins)
	M12 female connector NOT included
Enclosure rating	IP66
Electrical contact	Reed Switch 20W/VA

The sensors work in all voltage and current ranges displayed in the table below:

Operating Voltage	Max. Switching Power	Max. Switching Current	Peak Current
110Vac	20VA	0.2A	0.5A @20ms
220Vac	20VA	0.1A	0.5A @20ms
5Vdc	2.5W	0.5A	1A @20ms
12Vdc	5W	0.5A	1A @20ms
24Vdc	10W	0.5A	1A @20ms

24Vac: NOT recommended



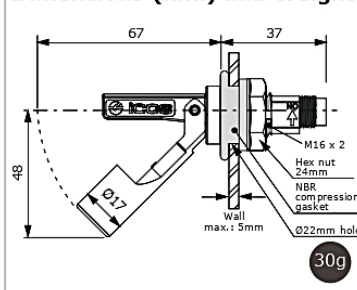
Important!

- For cables longer than 20 meters.
- Relay coupler, timing relay, frequency inverter.

A series **resistor** must be installed.

Click and check how to install.

Dimensions (mm) and Weight

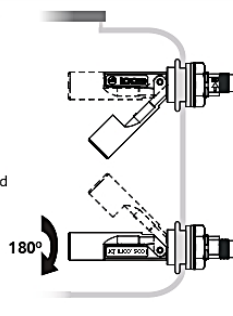


Mounting

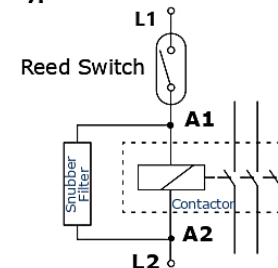
NO
Working as
Normally Open

NC
Working as
Normally Closed

Note
Minimum
radius in
cylindric tank:
50mm.



Typical connection to contactor



level sensor | level switch | float level | float switch | magnetic level switch | liquid level controller

Click and Check:

Models and Prices | **Datasheets** | **Operation Videos**

Flow Switches and Level Switches for liquids

D1 – TSX3705028DR1

Folha de dados do produto TSX3705028DR1

Características TSX Micro 37 05/08 PLC



Principal

Linha de PRODUTO	Plataforma de automatização Modicon TSX Micro
Tipo de produto ou componente	Controlador da base modular
Tensão primária	100...240 V 90...264 V CA
Corrente de entrada	2 mA 60 A
Imunidade a microcortes	20 ms
Corrente de Saída	0,5 A

Complementar

Número de ranhuras	2
Tipo de módulo	E/S discreta do terminal de parafuso
Número de saída discreta	12 para relé
Tipo de ligação integrada	1 ligação de série Uni-Telway 19,2 kbit / s 1 Modbus Modbus RTU 19,2 kbit / s
Descrição da memória	RAM interna 11 Kwords dados Flash 12 Kwords dados
Tamanho máximo das áreas de objecto	128 %KWi constant words 256 %Mi 1 %MWi internal words
Execution time per instruction	0.25 µs Booleano sem placa PCMCIA 4.81 µs REAL aritmética flutuante sem placa PCMCIA
Hora de execuções da instrução 1 K	3,03 100 % Boolean sem placa PCMCIA 0,25 65 % Boolean and 35 % num sem placa PCMCIA
Estrutura da aplicação	8 tarefas de eventos 1 tarefa principal 1 tarefa rápida
Tolerância do sistema	1,9 ms para tarefa principal
Tipo de proteção	Protecção contra sobrecargas Curto-circuito
Frequência da rede	50...60 Hz
Potência secundária útil total	24 W
Compatibilidade electromagnética	Descarga eletroestáticaem conformidade com IEC 1000-4-2, nível 3 Teste de imunidade ao campo electromagnéticoem conformidade com IEC 1000-4-3, nível 3 Resistência a rajada momentânea rápidaem conformidade com IEC 1000-4-4, nível 3 Imunidade a ondas de descargaem conformidade com IEC 1000-4-5 Onda oscilatória amortecidaem conformidade com IEC 1000-4-12

Ambiente

Temperatura do ar ambiente para a operação	0...60 °C
Temperatura ambiente para armazenamento	-25...70 °C
Humidade relativa	10...95 % sem condensação para funcionamento 5...95 % sem condensação para funcionamento
Altitude de Funcionamento	0...2000 m
Largura	187,3 mm
Altura	151 mm
Profundidade	152 mm
Peso do Produto	2,37 kg

Sustentabilidade da oferta

Regulamento REACH	Declaração REACH
Diretiva RoHS da UE	Não se aplica, fora do alcance da diretiva RoHS da EU
Regulamento RoHS China	Declaração RoHS China
WEEE	No mercado da União Europeia, o produto tem de ser eliminado de acordo com um sistema de recolha de resíduos específico e nunca terminar num contentor de lixo.

Garantia contratual

Garantia	18 months
----------	-----------

E1 – NSYPLM54PG

Product data sheet Characteristics

NSYPLM54PG

wall-mounting encl. polyester monobloc IP66
H530xW430xD200mm+metal mount.plate



Principal

Alcance	Thalassa
Nome do produto	Thalassa PLM
Nome abreviado do dispositivo	PLM
Aplicação do equipamento	Várias utilidades
Tipo de produto ou componente	Invólucro compacto
Altura nominal faça invólucro	530 Mm
Comprimento nominal faça invólucro	430 Mm
Profundidade nominal fazer invólucro	200 Mm
Tipo de montagem	Montado na parede
Composição do dispositivo	1 corpo 1 porta 1 placa de montagem 2 fechadura
Tipo de corpo	Uma peça moldada com fendas na parte posterior Cobertura integrada
Tipo de porta	Opaca
Tipo de Bloqueio	Fechadura de barra Dupla de 3 milímetros

Complementar

Número de Fechaduras	2
Descrição da placa de montagem	Simples aço
Acessibilidade para Operação	Topo
Peças removíveis	Porta por dobradiças Placa de montagem por Elemento de Fixação
Material	Poliéster reforçado com fibra de Vidro
Cor	Cinza RAL 7035
Normas	Classificação NEMA 4X NEMA Classificação 13 IEC 62208
Certificações do produto	UL

Ambiente

Grau de proteção IP	IP66em conformidade com IEC 60529
Grau de proteção IK	IK10em conformidade com IEC 62262
Resistência a incêndios	960 °Cem conformidade com IEC 62208
Temperatura ambiente para armazenamento	-35...90 °C

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Sustentabilidade da oferta

Situação da oferta sustentável	Produto Green Premium
Regulamento REACH	Declaração REACH
REACH sem SVHC	Sim
Diretiva RoHS da UE	Conformidade proativa (Produto fora do âmbito RoHS da UE) Declaração-RoHS da EU
Sem metais pesados tóxicos	Sim
Sem mercúrio	Sim
Informações das isenções RoHS	Sim
Regulamento RoHS China	Declaração RoHS China
Divulgação Ambiental	Perfil Ambiental Do Produto
Perfil de Circularidade	Não são necessárias operações de reciclagem específicas

Garantia contratual

Garantia	24 meses
----------	----------

Product Life Status :	Comercializado
-----------------------	----------------

F1 – Propriedades Mecânicas de Diferentes Ligas de Alumínio

Alloy properties

Description	Mechanical Properties					
EN 573-3	Temper	Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A50 mm %	HBW**	Water quench*** wall thickness
EN AW-1050A (Al99.5)	F	60	20	23	20	
EN AW-6060 (AlMgSi)	T4	120	60	14	50	> 10 mm
EN AW-6060 (AlMgSi)	T5	160	120	6	60	> 10 mm
EN AW-6060 (AlMgSi)	T6	190	150	6	70	> 10 mm
EN AW-6060 (AlMgSi)	T64	180	120	10	60	> 10 mm
EN AW-6060 (AlMgSi)	T66	215	160	6	75	> 10 mm
EN AW-6063 (AlMg0.7Si)	T4	130	65	12	50	> 6 mm
EN AW-6063 (AlMg0.7 Si)	T5	175	130	6	65	> 6 mm
EN AW-6063 (AlMg0.7 Si)	T6	215	170	10	75	> 6 mm
EN AW-6063 (AlMg0.7 Si)	T66	245	200	8	80	> 6 mm
EN AW-6005 (Al.SiMg)	T4	180	90	13	50	> 5 mm
EN AW-6005 (Al.SiMg)	T6	270	225	6	85-90	> 5 mm
EN AW-6061 (AlMg1SiCu)	T4	180	110	14	65	> 5 mm
EN AW-6061 (AlMg1SiCu)	T6	260	240	6	95	> 5 mm
EN AW-6082 (AlSi1MgMn)	T4	205	110	12	70	> 3 mm
EN AW-6082 (AlSi1MgMn)	T5	270	230	6	90	> 3 mm
EN AW-6082 (AlSi1MgMn)	T6	310	260	8	95	> 3 mm

* Listed values are the minimum.

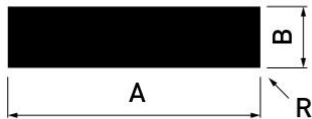
** HBW values are for reference only.

*** Water quench will decrease surface quality.

G1 – 9004

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

FB Flat Bars

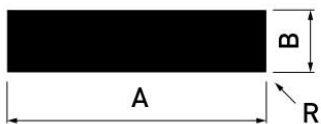


Product #	A	B	R	Weight [g/m]
9165	8	8		173
30684	10	2		54
17036	10	3		81
9169	10	5		135
9003	10	10		270
9145	12	5		162
9174	12	6		194
9017	12	12		389
9019	15	2		81
11094	15	3		121
9021	15	4		162
9022	15	5		202
9023	15	6		243
9320	15	8		324
17037	15	10		405
17144	15	15		607
31181	16	3		129
9118	16	8		345
30135	17	2.5		115
9029	20	2		108
9030	20	3		162
9101	20	4		216
9031	20	5		270
9032	20	6		324
9034	20	8		432
9033	20	10		540
17038	20	12		648
9153	20	15		810
9004	20	20		1080
30625	22	5		297
9036	25	2		135
31174	25	2.5		169
9037	25	3		202
9038	25	4		270
9039	25	5		337
17039	25	6		405
17040	25	8		540
9057	25	10		675
9041	25	12		810
17041	25	15		1012
17042	25	20		1350

H1 – 17144

EDEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

FB Flat Bars



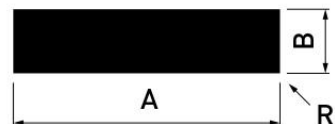
Product #	A	B	R	Weight [g/m]
9165	8	8		173
30684	10	2		54
17036	10	3		81
9169	10	5		135
9003	10	10		270
9145	12	5		162
9174	12	6		194
9017	12	12		389
9019	15	2		81
11094	15	3		121
9021	15	4		162
9022	15	5		202
9023	15	6		243
9320	15	8		324
17037	15	10		405
17144	15	15		607
31181	16	3		129
9118	16	8		345
30135	17	2.5		115
9029	20	2		108
9030	20	3		162
9101	20	4		216
9031	20	5		270
9032	20	6		324
9034	20	8		432
9033	20	10		540
17038	20	12		648
9153	20	15		810
9004	20	20		1080
30625	22	5		297
9036	25	2		135
31174	25	2.5		169
9037	25	3		202
9038	25	4		270
9039	25	5		337
17039	25	6		405
17040	25	8		540
9057	25	10		675
9041	25	12		810
17041	25	15		1012
17042	25	20		1350

I1 – 30 155

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

FB Flat Bars

Product #	A	B	R	Weight [g/m]
17059	70	6		1134
12388	70	8		1512
9084	70	10		1890
17060	70	15		2835
10796	70	20		3780
17061	70	25		4725
OB070016	70	50		9450
SB070002	70	70		13230
9185	80	3		648
17062	80	4		864
9088	80	5		1080
9329	80	6		1296
9198	80	8		1728
9186	80	10		2160
17063	80	12		2592
9089	80	15		3240
17064	80	20		4320
17065	80	25		5400
17066	80	30		6480
OB080021	80	50		10800
OB090001	90	3		729
17067	90	10		2430
17068	90	15		3645
31107	91	3		737
OB100018	100	1.5		405
17069	100	3		810
9277	100	4		1080
9128	100	5		1350
9142	100	6		1620
9191	100	8		2160
9092	100	10		2700
17070	100	12		3240
17071	100	15		4050
17072	100	20		5400
17073	100	25		6750
9278	100	30		8100
OB100021	100	50		13500
OB104001	104	46	1	12914
30155	106	2.9		830
OB120011	120	4		1296
17074	120	5		1620



J1 – 9045

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

FB Flat Bars

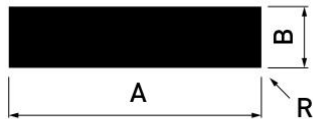
Product #	A	B	R	Weight [g/m]
9201	25	25		1687
30136	30	1.5		121
9043	30	2		162
9132	30	3		243
9044	30	4		324
9317	30	4	2	315
9045	30	5		405
9046	30	6		486
9047	30	8		648
9314	30	8	2	639
9048	30	10		810
9049	30	12		972
9154	30	15		1215
9322	30	20		1620
17043	30	25		2025
9294	30	30		2430
9161	31.7	2.4		205
9339	31.75	4.76		408
9051	35	2		189
9052	35	3		283
9053	35	4		378
17044	35	5		472
OB035005	35	6		567
17045	35	8		756
30688	35	10		945
17046	35	15		1417
OB035009	35	25		2362
SB035001	35	35		3307
9340	38.1	4.76		489
9059	40	2		216
9061	40	3		324
9318	40	3.7	1.85	392
9062	40	4		432
9110	40	5		540
9105	40	6		648
9063	40	8		864
9064	40	10		1080
9065	40	12		1296
9324	40	15		1620
9181	40	20		2160
12384	40	25		2700



K1 – 11094

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

FB Flat Bars

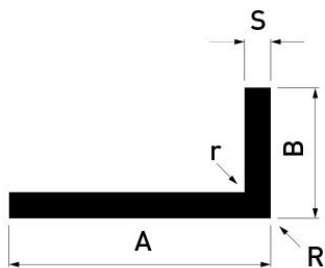


Product #	A	B	R	Weight [g/m]
9165	8	8		173
30684	10	2		54
17036	10	3		81
9169	10	5		135
9003	10	10		270
9145	12	5		162
9174	12	6		194
9017	12	12		389
9019	15	2		81
11094	15	3		121
9021	15	4		162
9022	15	5		202
9023	15	6		243
9320	15	8		324
17037	15	10		405
17144	15	15		607
31181	16	3		129
9118	16	8		345
30135	17	2.5		115
9029	20	2		108
9030	20	3		162
9101	20	4		216
9031	20	5		270
9032	20	6		324
9034	20	8		432
9033	20	10		540
17038	20	12		648
9153	20	15		810
9004	20	20		1080
30625	22	5		297
9036	25	2		135
31174	25	2.5		169
9037	25	3		202
9038	25	4		270
9039	25	5		337
17039	25	6		405
17040	25	8		540
9057	25	10		675
9041	25	12		810
17041	25	15		1012
17042	25	20		1350

L1 – 4140

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

L Profiles



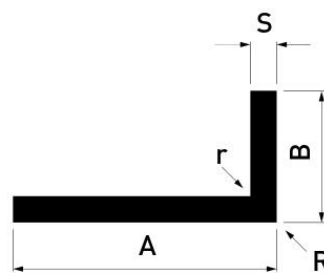
Product #	A	B	S	R	r	Weight [g/m]
4077	10	10	1.5			75
30227	10	10	2			97
4066	15	10	2			124
4078	15	15	1.5			115
4045	15	15	2			151
4140	15	15	3			218
LP015002	15	25	3			300
LP018501	18	18	1.3			122
4204	20	10	1.5			115
4067	20	10	2			151
4068	20	15	2			178
4167	20	20	1.5			156
4211	20	20	1.6	0.4	0.4	165
4010	20	20	2	1		204
4104	20	20	2			205
30660	20	20	2.5			253
4141	20	20	3			300
17000	20	20	4			389
4173	22	16	3.5			326
4012	25	10	2			178
4203	25	15	1.5			156
4071	25	15	2			205
4144	25	15	2.5			253
17001	25	20	2			232
30509	25	25	1			132
4168	25	25	1.5			196
4064	25	25	2			259
4009	25	25	2.5			320
4206	25	25	2.5	0.6	2.5	306
4032	25	25	3			380
17002	25	25	4			497
4186	25.1	19	3.2			353
4184	25.5	9.5	3.2			274
4194	30	5	2			178
4072	30	10	2			205
4100	30	15	1.5			176
4069	30	15	2			232
30668	30	15	3			340
30664	30	20	1			132
4034	30	20	2			259
4008	30	20	2.5			320

M1 – 4102

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

L Profiles

Product #	A	B	S	R	r	Weight [g/m]
4132	30	20	3			380
LP030010	30	20	4			497
30655	30	22	1			137
17003	30	25	2			286
4108	30	25	3			421
30334	30	30	1			159
4191	30	30	1.5			237
4065	30	30	2			313
4102	30	30	3			461
4005	30	30	3.5			534
4155	30	30	4			605
4223	30	30	5			742
4093	32.5	32.5	2			340
4050	35	10	2			232
4229	35	20	2			286
4073	35	25	2			313
LP035004	35	25	3			461
30673	35	35	1.5			277
17004	35	35	2			367
4156	35	35	3			542
17005	35	35	4			713
4234	38	38	1.58			317
30657	38	38	3.5			685
4046	39	20	3			453
30669	40	15	1.5			216
4070	40	15	2			286
4134	40	20	2			313
4159	40	20	2.5			388
4127	40	20	3			461
17006	40	20	4			605
4193	40	22	1.4			229
4135	40	25	2			340
17007	40	25	3			502
LP040016	40	25	4			659
4215	40	30	2			367
4147	40	30	3			542
17008	40	30	4			713
4197	40	30	5			877
4198	40	30	6			1037
4253	40	40	1.5			318
4131	40	40	2			421

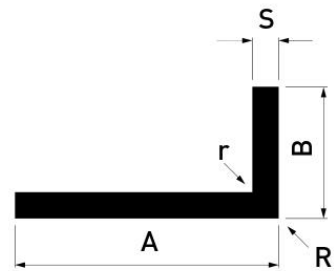


N1 – 17035

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

L Profiles

Product #	A	B	S	R	r	Weight [g/m]
4132	30	20	3			380
LP030010	30	20	4			497
30655	30	22	1			137
17003	30	25	2			286
4108	30	25	3			421
30334	30	30	1			159
4191	30	30	1.5			237
4065	30	30	2			313
4102	30	30	3			461
4005	30	30	3.5			534
4155	30	30	4			605
4223	30	30	5			742
4093	32.5	32.5	2			340
4050	35	10	2			232
4229	35	20	2			286
4073	35	25	2			313
LP035004	35	25	3			461
30673	35	35	1.5			277
17004	35	35	2			367
4156	35	35	3			542
17005	35	35	4			713
4234	38	38	1.58			317
30657	38	38	3.5			685
4046	39	20	3			453
30669	40	15	1.5			216
4070	40	15	2			286
4134	40	20	2			313
4159	40	20	2.5			388
4127	40	20	3			461
17006	40	20	4			605
4193	40	22	1.4			229
4135	40	25	2			340
17007	40	25	3			502
LP040016	40	25	4			659
4215	40	30	2			367
4147	40	30	3			542
17008	40	30	4			713
4197	40	30	5			877
4198	40	30	6			1037
4253	40	40	1.5			318
4131	40	40	2			421

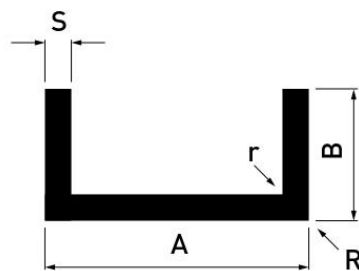


O1 – 17191

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

U Profiles

Product #	A	B	S	R	r	Weight [g/m]
10789	34	45	3.0			955
17171	35	20	2.0			383
UP035502	35	35	2.0			545.5
17181	35	35	3.0			802
5068	40	6.5	2.0			264
10899	40	20	2.0			410
5244	40	20	3.0			599
17173	40	25	3.0			680
17178	40	30	4.0			993
5249	40	40	3.0			923
5152	40	40	4.0			1209
17174	50	25	3.0			761
17175	50	25	4.0			993
5235	50	30	3.0			842
17179	50	30	4.0			1101
17182	50	40	4.0			1317
17183	50	40	5.0			1620
17189	50	50	3.0			1166
5250	50	50	4.0			1533
11851	50	50	5.0			1890
5188	60	30	3.0			923
17180	60	30	4.0			1209
17184	60	40	3.0			1085
5245	60	40	4.0			1425
11850	60	40	5.0			1755
10943	60	60	4.0			1857
UP060502	60	60	5.0			2295
17191	65	55	2.5			1147
UP070002	70	40	4.0			1534
17185	80	40	3.0			1247
17186	80	40	4.0			1641
17187	80	40	5.0			2025
11658	80	50	5.0			2295
17188	100	40	3.0			1409
UP100006	100	50	4.0			2074
5247	100	50	5.0			2565
17192	100	64	6.4			3718
14570	125	63	6.0			3871
17193	125	80	8.0			5810
14569	140	70	8.0			5702
17190	150	50	10.0			6210

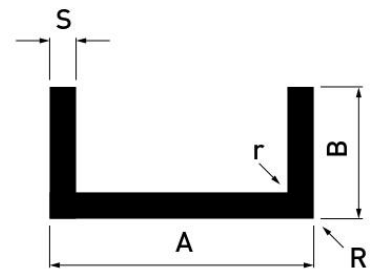


P1 – 5244

ETEM STANDARD ALUMINIUM PROFILES

U Profiles

Product #	A	B	S	R	r	Weight [g/m]
10789	34	45	3.0			955
17171	35	20	2.0			383
UP035502	35	35	2.0			545.5
17181	35	35	3.0			802
5068	40	6.5	2.0			264
10899	40	20	2.0			410
5244	40	20	3.0			599
17173	40	25	3.0			680
17178	40	30	4.0			993
5249	40	40	3.0			923
5152	40	40	4.0			1209
17174	50	25	3.0			761
17175	50	25	4.0			993
5235	50	30	3.0			842
17179	50	30	4.0			1101
17182	50	40	4.0			1317
17183	50	40	5.0			1620
17189	50	50	3.0			1166
5250	50	50	4.0			1533
11851	50	50	5.0			1890
5188	60	30	3.0			923
17180	60	30	4.0			1209
17184	60	40	3.0			1085
5245	60	40	4.0			1425
11850	60	40	5.0			1755
10943	60	60	4.0			1857
UP060502	60	60	5.0			2295
17191	65	55	2.5			1147
UP070002	70	40	4.0			1534
17185	80	40	3.0			1247
17186	80	40	4.0			1641
17187	80	40	5.0			2025
11658	80	50	5.0			2295
17188	100	40	3.0			1409
UP100006	100	50	4.0			2074
5247	100	50	5.0			2565
17192	100	64	6.4			3718
14570	125	63	6.0			3871
17193	125	80	8.0			5810
14569	140	70	8.0			5702
17190	150	50	10.0			6210



Q1 – MS-STR-8

PTFE Tape Pipe Thread Sealant

Features

- Material conforms to Commercial Item Description A-A-58092
- Temperatures up to 450°F (232°C)



Ordering Information

Male Tapered Pipe Size	Tape Size	Ordering Number
1/8, 1/4, and 3/8 in.	1/4 by 576 in. (6.4 mm by 1463 cm)	MS-STR-4
1/2 in. and up	1/2 by 288 in. (12.7 mm by 732 cm)	MS-STR-8

Applications

- Plastics
- Aluminum
- Stainless steel
- Ceramic
- Synthetic rubber
- Carbon steel and special alloys
- Chemicals
- Corrosives
- Hydraulic fluids
- Refrigerants
- Aromatic fuels

⚠ Caution: Tape should be used only on male tapered pipe threads. Do not use on flared, coned, or tube fitting ends.

Material Safety Data Sheets are available from your authorized Swagelok representative or at swagelok.com.

Swagelok

R1 – 08663



Document Library
TS Data Sheet 08661;
08662;
08663;
08664

Public

Rev:1

Effective: 05/17/99

Status: Active

Super Silicone Adhesive/Sealants

Data Sheet

3M Part No.(s)	3M Part Descriptor(s)
08661;	- 3 oz. Tube (Clear)
08662;	- 3 oz. Tube (Black)
08663;	- 1/10 Gallon Cartridge (Clear)
08664	- 1/10 Gallon Cartridge (Black)

3M Fax on Demand Identification Number:

Description

3M Super Silicones Adhesive/Sealants are a paste-like, one-component material which cures to a tough, rubbery solid when exposed to moisture in the air. They will adhere to clean metal, glass, wood, ceramic, natural and synthetic fiber, painted surfaces, and many plastics. They are easy to use and exhibit excellent resistance to weathering, vibration, moisture, ozone and extreme temperatures.

Features, Advantages, Benefits

Features

- Fast Curing
- Flexible
- Adhesion to Many Substrates

Advantages

- High Temperature Resistance
- Good Weathering Resistance
- Good Water Resistance

Benefits

Typical Physical Properties

Container	3 oz. tube and 1/10 gallon cartridge
Base	Silicone
Density lbs/Gallon (Appx.)	8.5
Color	Clear & Black

Flash Point - °F	> 250°F
Solids Content (Appx.)	100%
Consistency	Non-Sagging Paste
Service Temperature - °F	-76 to 400

Product Uses

Performance Properties

Cure Characteristics: (Exposed to air at @ 77°F and 50% RH)

Tack Free Time:	10-20 Minutes
Cure Thru Time (1/8 inch thickness)	24 Hours

Physical Properties: (Measured on 1/4 inch thick samples cured for 72 Hrs. at 77°F and 50% RH)

Hardness, Shore A	25
Tensile Strength	325 PSI
Elongation	550%

Handling and Application Information

Directions for Use

Thoroughly clean surfaces to be bonded. Rubber surfaces should be abraded and wiped clean. Apply silicone to area that is to be sealed or bonded. The paste-like consistency makes it easy to tool with a spatula or wooden paddle. Super Silicones cure from the outside in. At conditions of 75°F and 50% RH, they form a tack free skin within 20 minutes. Tooling is not practical after the skin begins forming. Cure time is affected by humidity, degree of confinement, and thickness of the adhesive/sealant bead. Lower humidity and/or temperature will extend the cure time. Higher humidity and/or temperature will reduce the cure time. In applications where the adhesive/sealant is confined during cure, the time required for proper cure is generally lengthened.

Applications

- Sealing automotive trim
- Sealing drip rails
- Sealing taillight and sunroof assemblies
- Filletting and caulking joints to provide a water and dust barrier
- Sealing vinyl roof top fabrics

Storage and Handling

Store at room temperature. Rotate stock on a "first-in, first-out" basis. When stored at the recommended conditions in original, unopened containers, this product has a shelf life of 18 months.

Precautionary Information

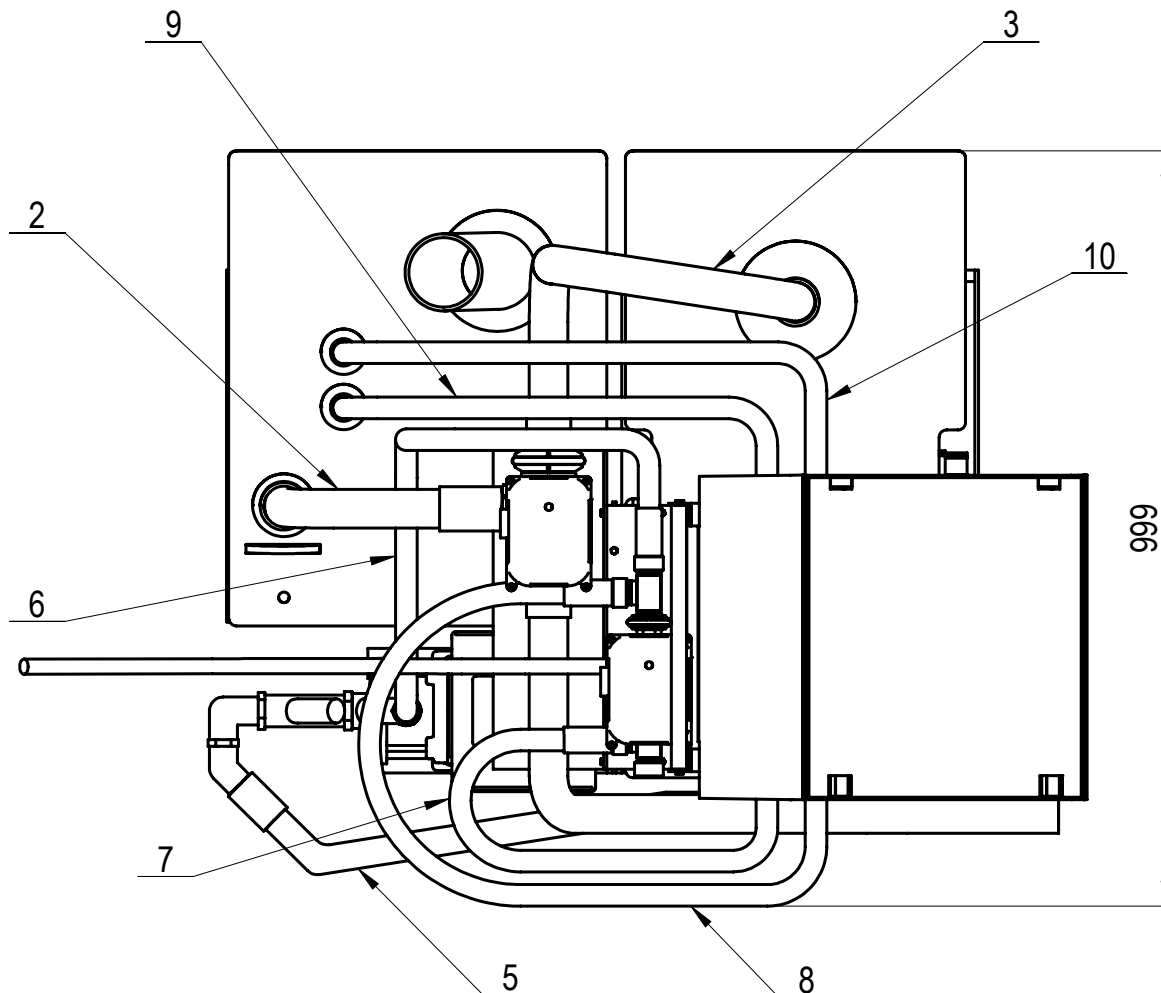
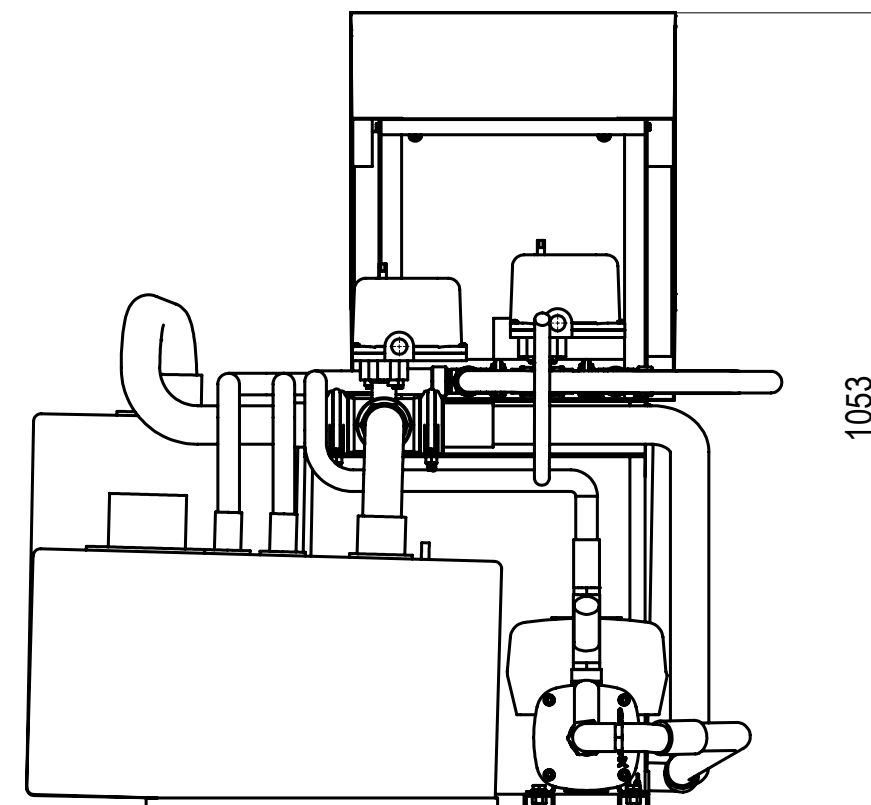
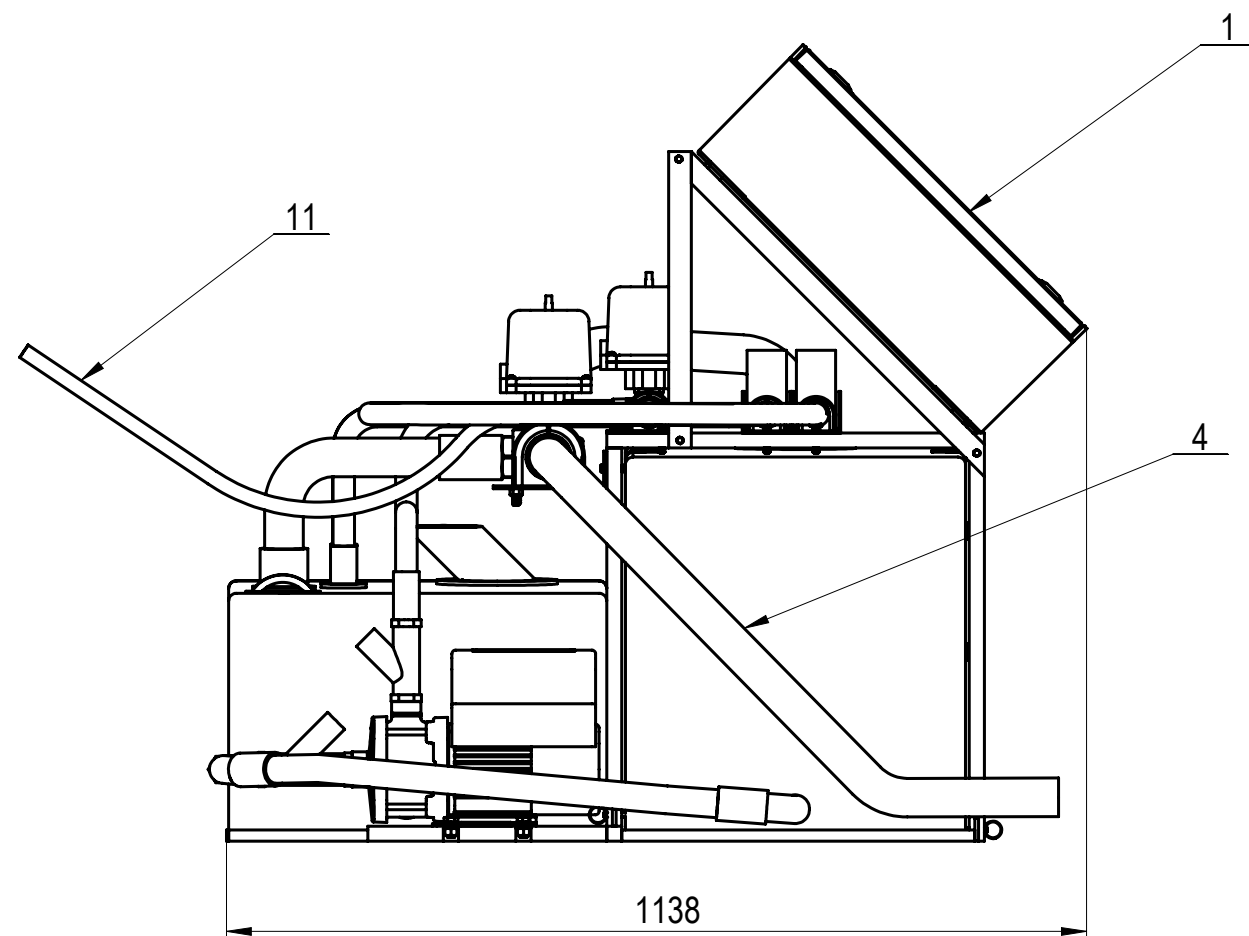
Refer to Product Label and Material Safety Data Sheet for Health and Safety Information before using this product.

Country

US

This document is public. It may be distributed.

Important Notice to Purchaser

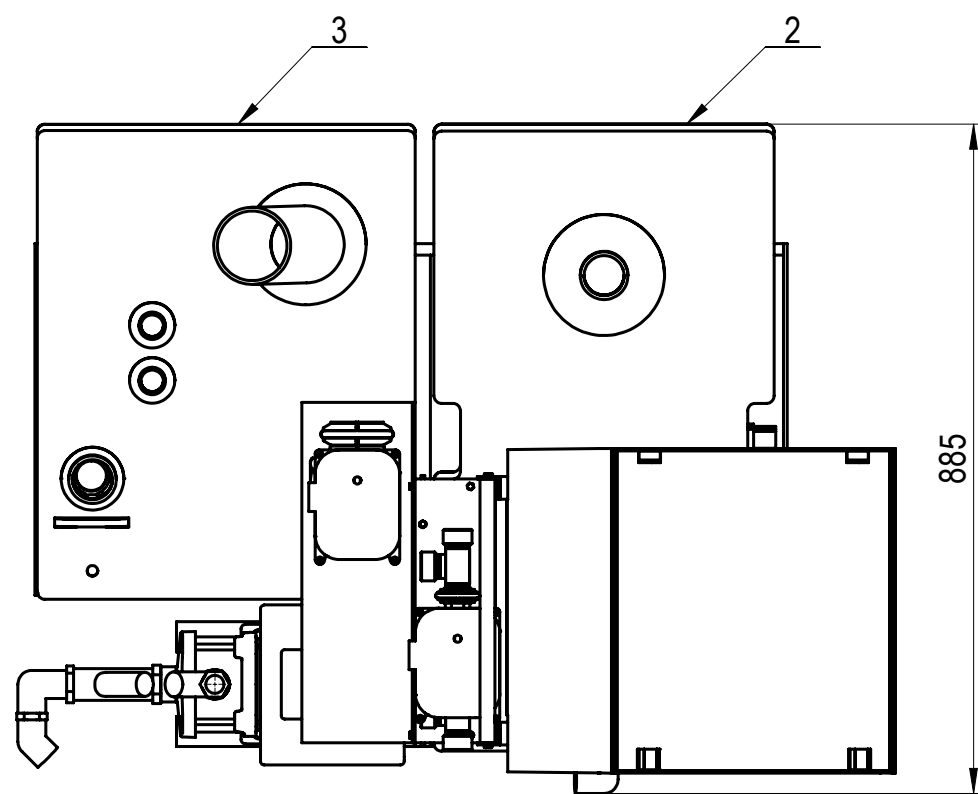
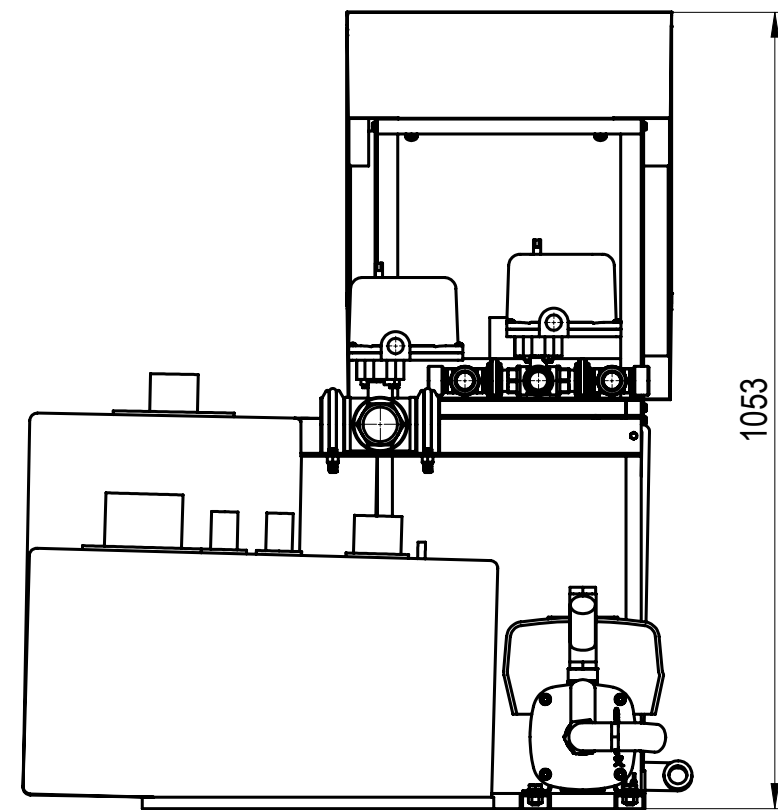
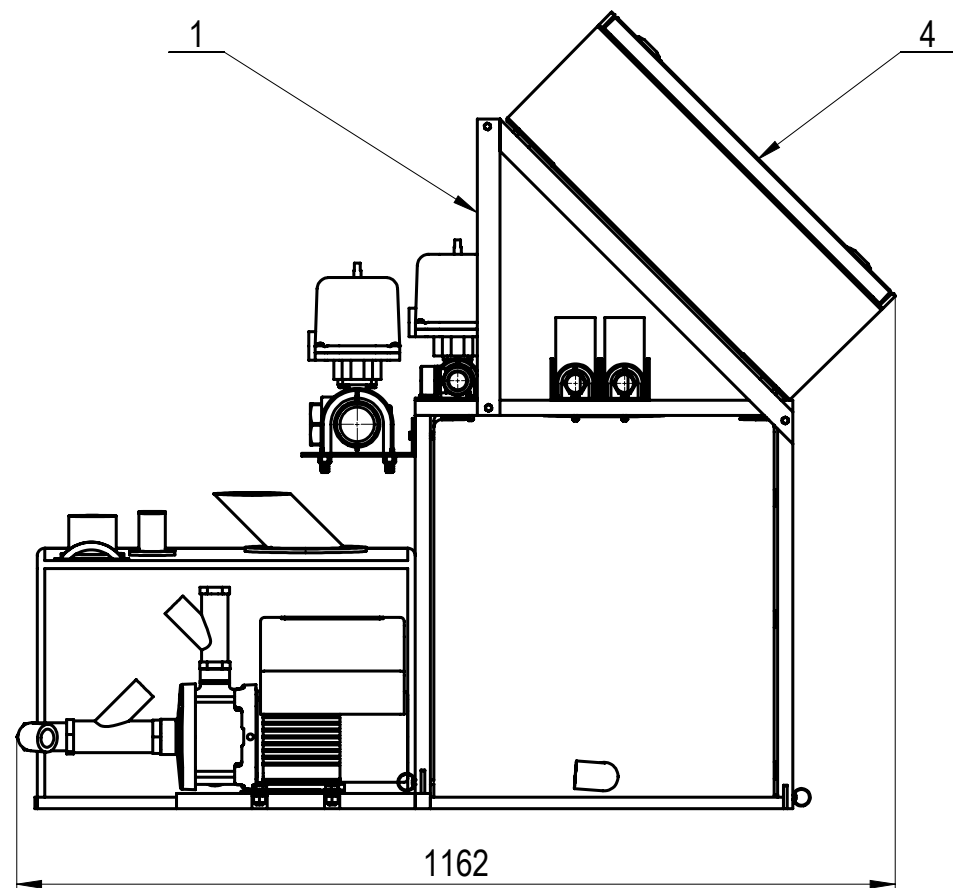


1	Mangueira de Fornecimento Máquina de Lavar	H1302 05 05 100		11			
1	Troço 9	SS - UT 12 PF12 * - 1400CM - PB	PFA / Aço Inox 316	10		0,798	
1	Troço 7	SS - UT 12 PF12 * - 1260CM - PB	PFA / Aço Inox 316	9		0,718	
1	Troço 8	SS - UT 12 PM12 PF12 - 1070CM - PB	PFA / Aço Inox 316	8		0,610	
1	Troço 6	SS - UT 12 PM12 PF12 - 760CM - PB	PFA / Aço Inox 316	7		0,433	
1	Troço 5	SS - UT 12 PM12 MT12 - 1230CM - PB	PFA / Aço Inox 316	6		0,701	
1	Troço 4	SS - UT 16 MT16 MT16 - 600CM - PB	PFA / Aço Inox 316	5		0,564	
1	Troço 3	SS - UT 24 PM24 * - 1300CM - PB	PFA / Aço Inox 316	4		1,690	
1	Troço 2	SS - UT 24 PM24 * - 1410CM - PB	PFA / Aço Inox 316	3		1,833	
1	Troço 1	SS - UT 24 PM24 MT24 - 800CM - PB	PFA / Aço Inox 316	2		1,040	
1	Montagem Completa sem Canalização	Desenho 39		1		64,750	

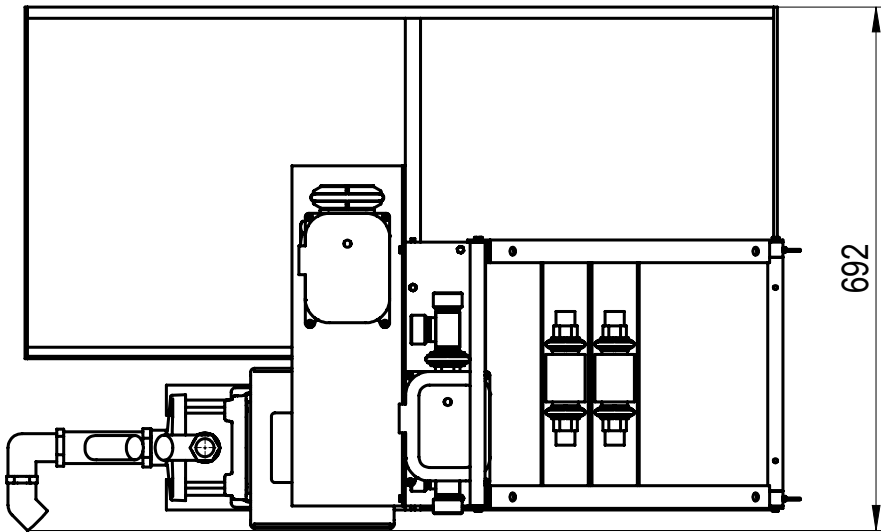
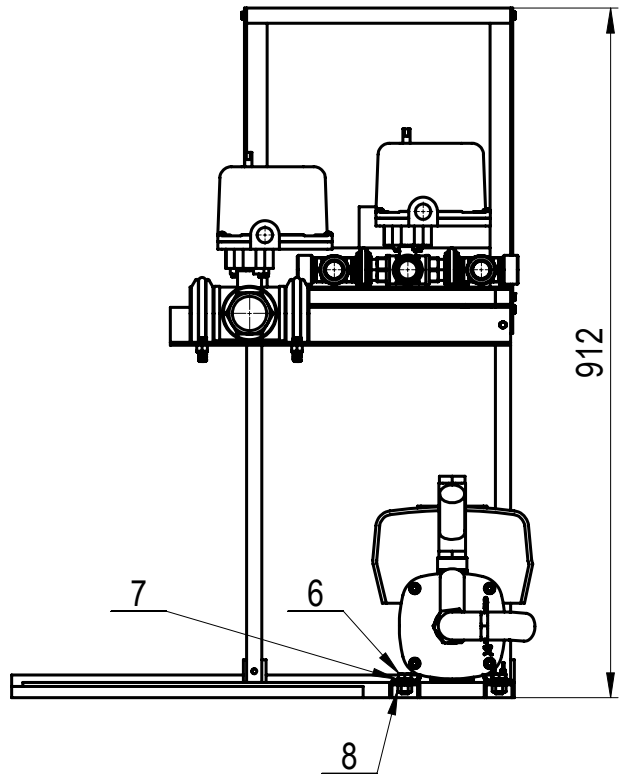
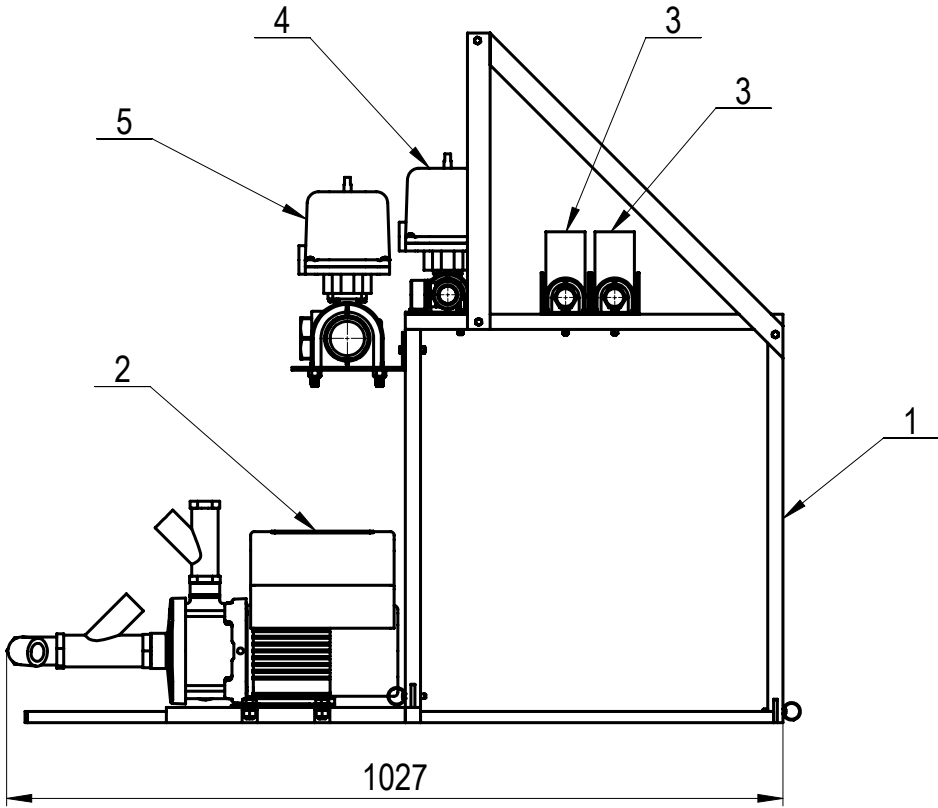
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
----	------------	------------------------------	----------	---------	---	------	-------------

--	--	--	--	--	--	--	--

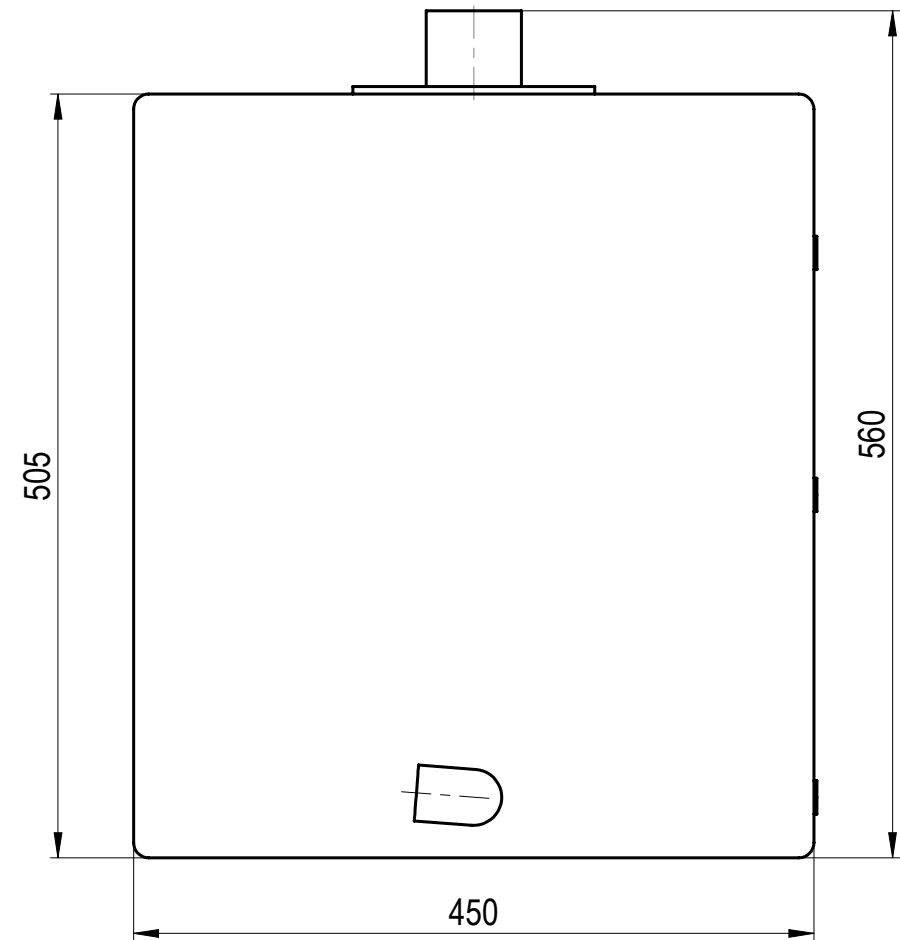
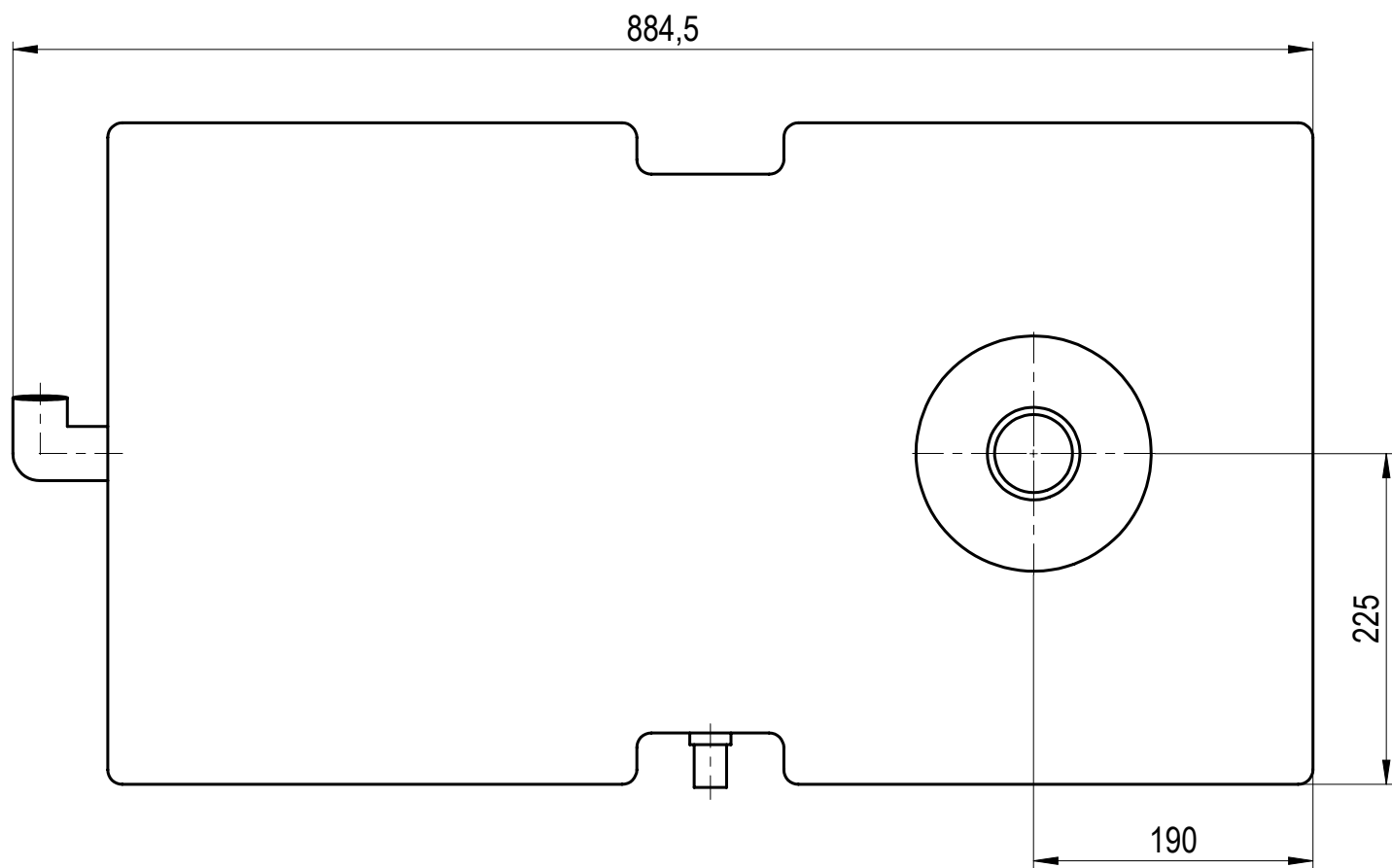
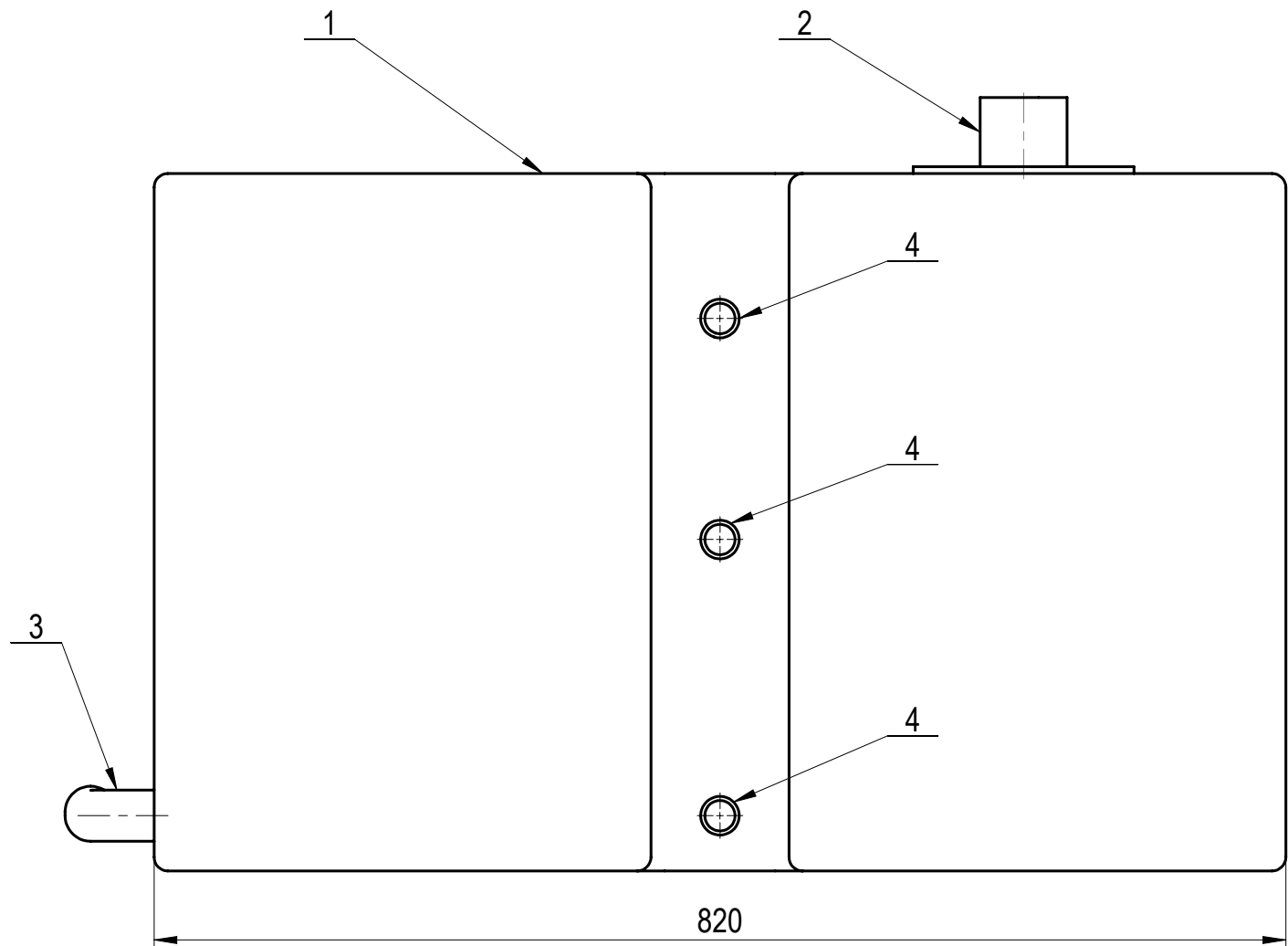
Observações:	Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica						
	Des.	15/01/2020	Guilherme Liz								
	Copiou										
	Visto										
	Escala	Montagem Completa com Canalização			Desenho 40						
1:10											
Toleran.											
	NP-265 Médio										



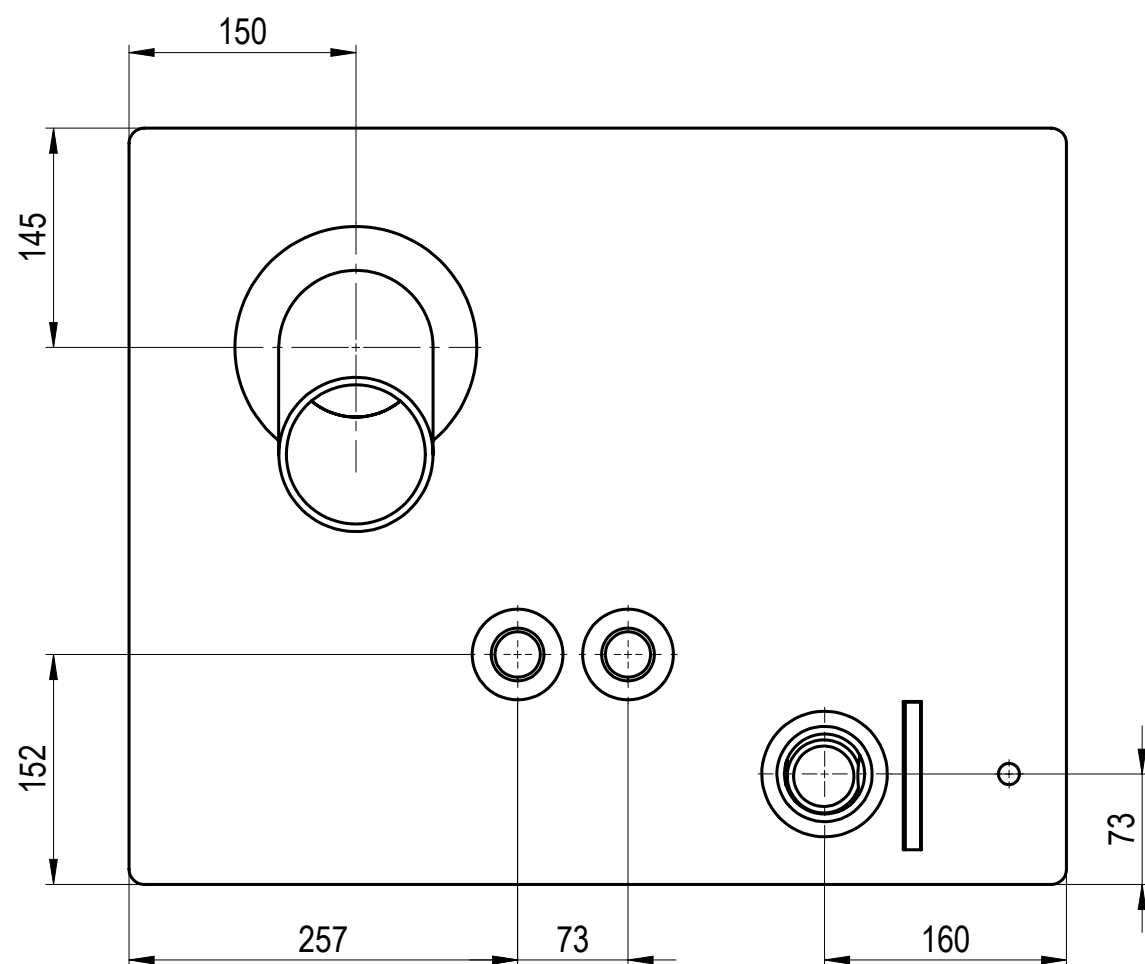
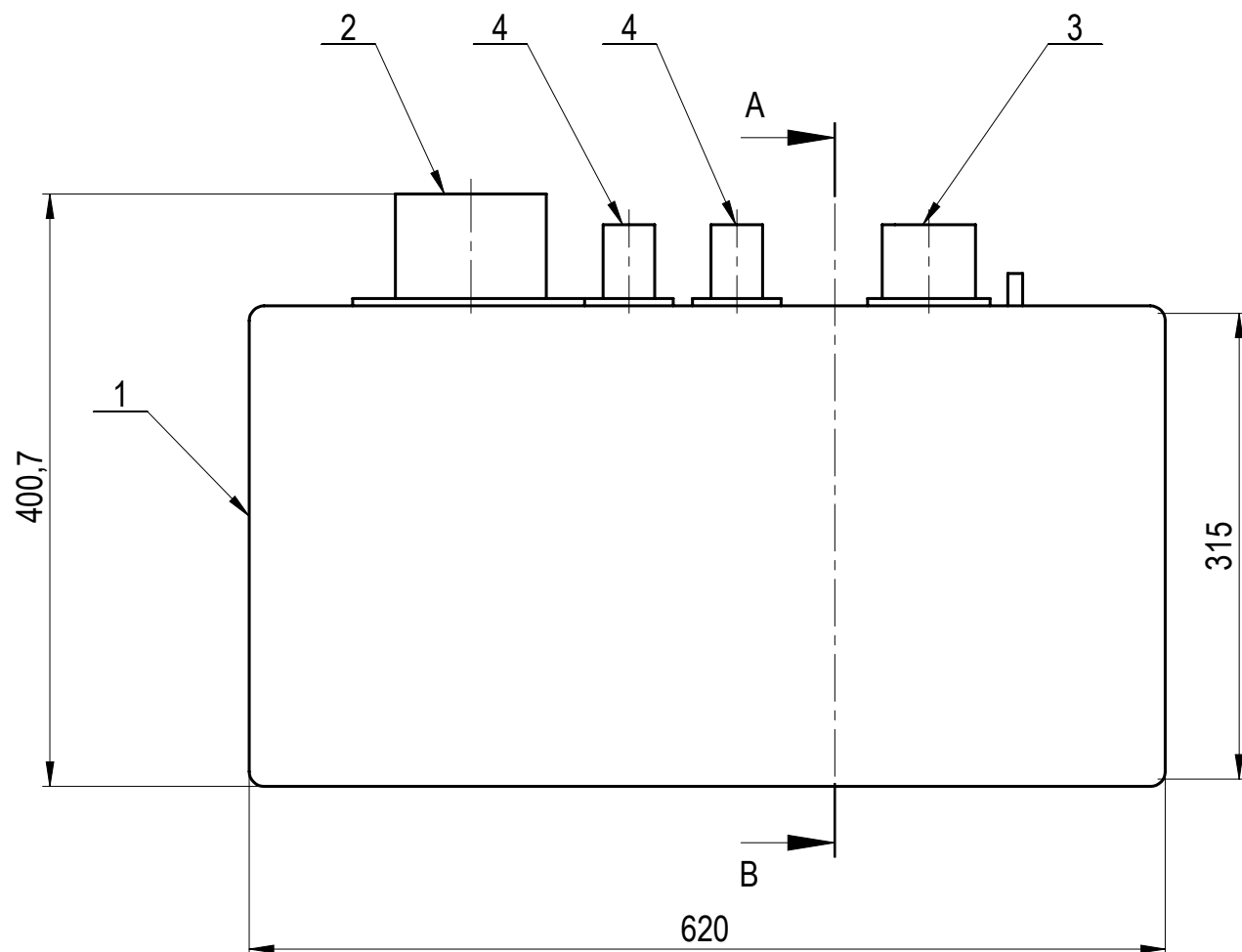
1	Caixa Pannel de Controlo	NSYPLM54PG	Poliester Reforçado com Fibra de Vidro	4					
1	Montagem Tanque de Receção	Desenho 37		3		16,5			
1	Montagem Tanque de Armazenamento	Desenho 38		2		12,030			
1	Montagem Estrutura, Bomba de Fornecimento e Válvulas	Desenho 30		1		36,220			
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES		
Observações:		Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial			F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica	
		Des.	15/01/2020	Guilherme Liz					
		Copiou							
		Visto							
		Escala	Montagem Completa sem Canalização					Desenho 39	
		1:10							
		Toleran.							
		NP-265 Médio							



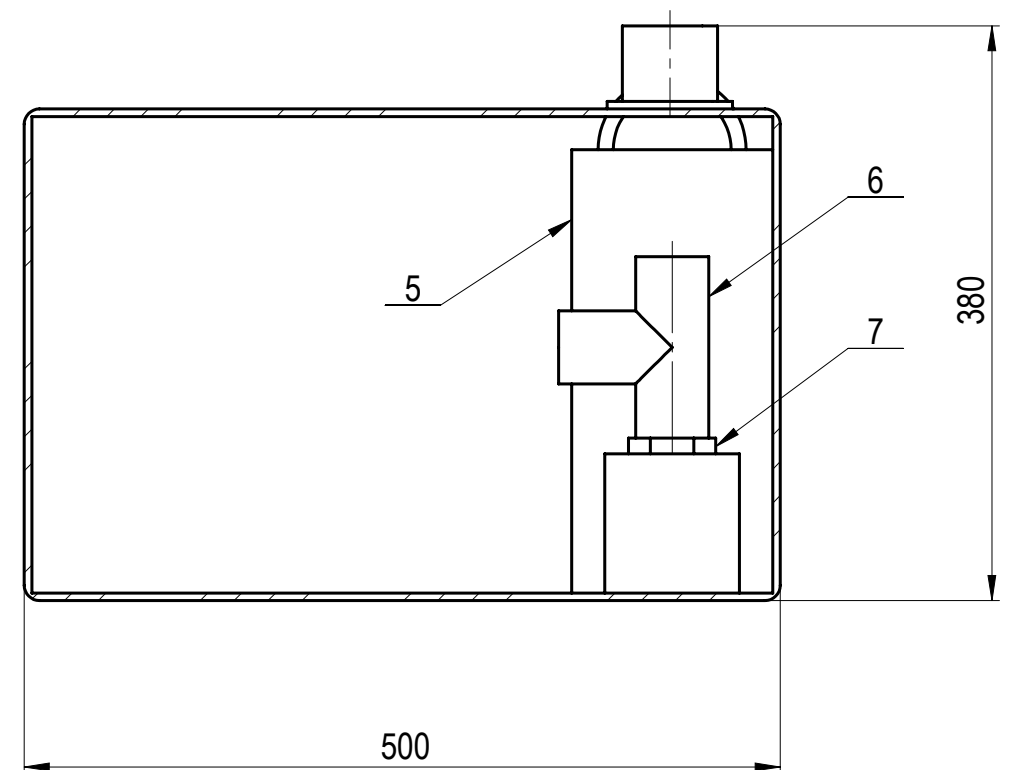
4	Porca M10		Aço	8							
4	Anilha ISO 10673-11-S		Aço	7							
4	Parafuso M10x20 Classe 4.6		Aço	6							
1	Montagem Válvula de Esgoto	Desenho 27		5		7,257					
1	Montagem Válvula de Fornecimento	Desenho 28		4		3,357					
2	Montagem Válvula de Lavagem	Desenho 29		3		0,635					
1	Montagem Bomba de Fornecimento	Desenho 26		2		15,2					
1	Montagem Estrutura	Desenho 25	EN AW-6005	1		9,136					
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES				
Observações:		Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica						
	Des.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial							
	Copiou										
	Visto										
	Escala	Montagem Estrutura, Bomba de Fornecimento e Válvulas			Desenho 30						
1:10											
Toleran.											
	NP-265 Médio										



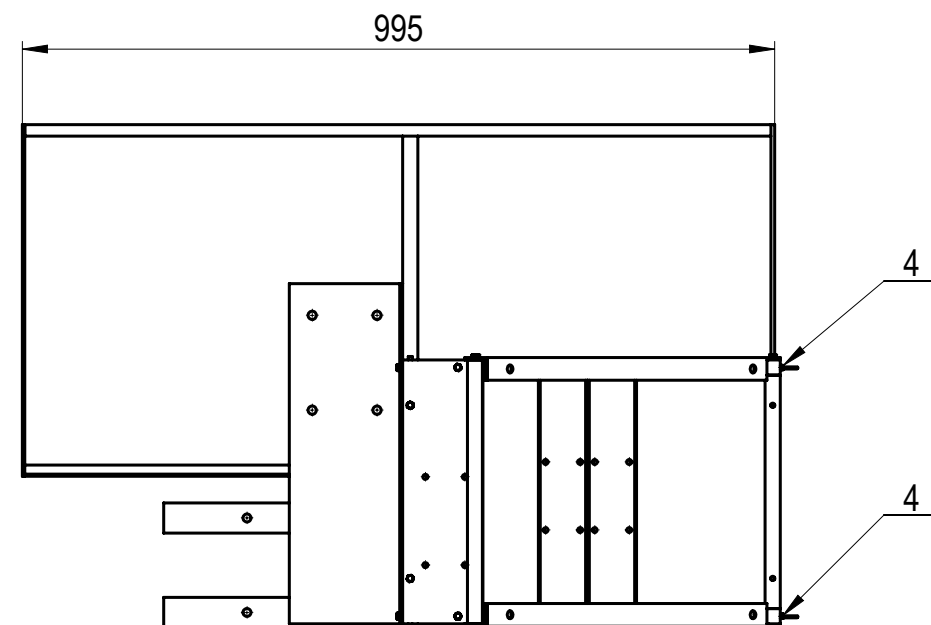
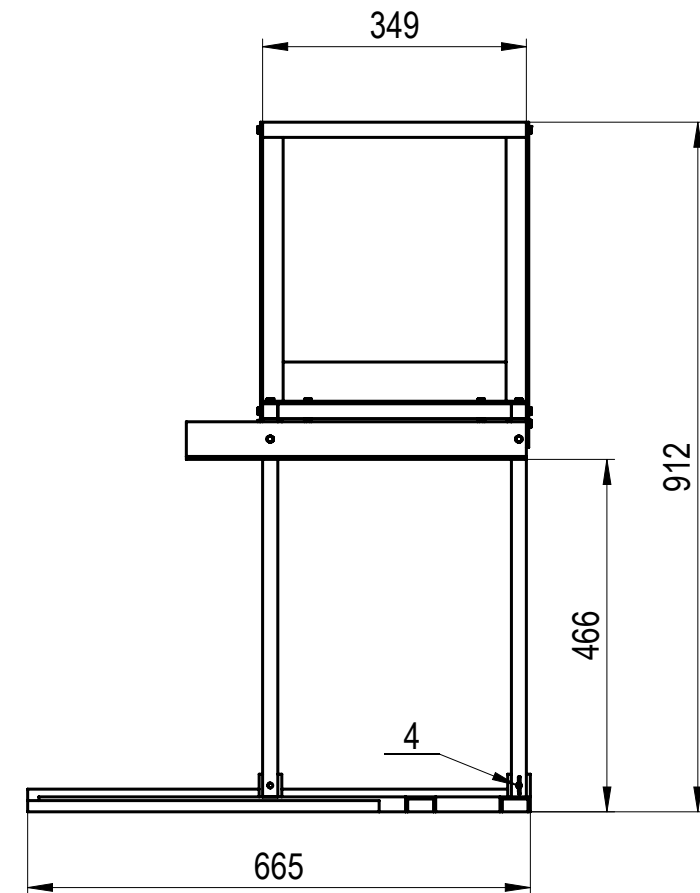
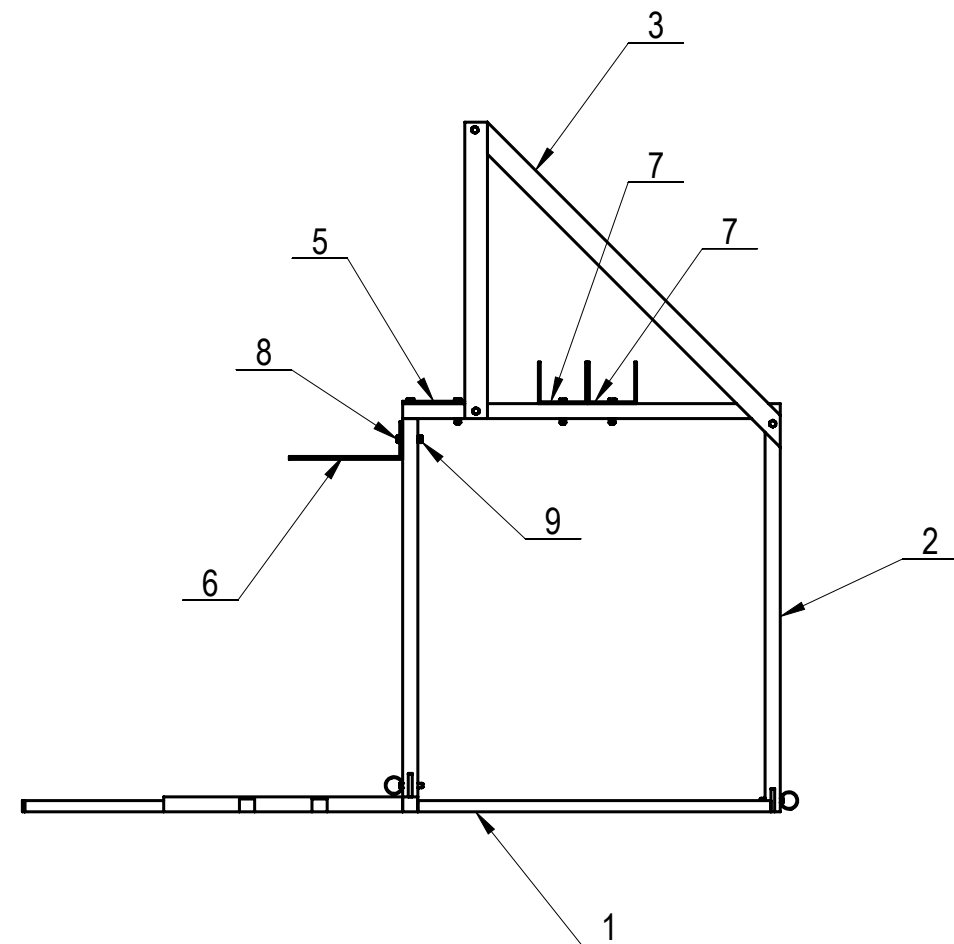
3	Sensor de Nível	LA322E-M12		4		0.030	
1	Cotovelo 90°	0092 06	Aço Inox 316	3			
1	Bocal de Entrada TAAR	Desenho 35	ABS	2			
1	Tanque de Armazenamento de Água Residual	Desenho 32	MPDE	1		12	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:							
	Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial		F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica	
	Des.	15/01/2020	Guilherme Liz				
	Copiou						
	Visto						
	Escala	Montagem Tanque de Armazenamento			Desenho 38		
1:5							
Toleran. NP-265 Médio							



CORTE A-B

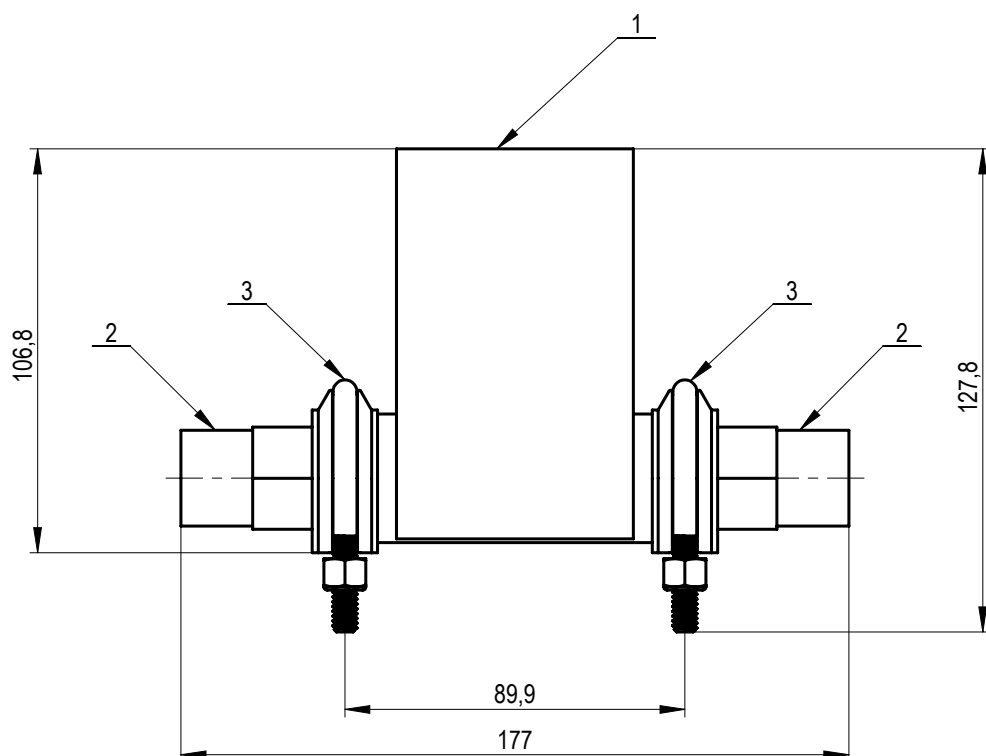


1	Conector Bomba de Esgoto-Válvula de Retenção 1	HN24	Aço Inox 316	7			
1	Válvula de Retenção 1	SC-200		6			
1	Bomba de Esgoto	ABS MF 154 HW		5		8,5	
2	Bocal de Lavagem	Desenho 36	ABS	4			
1	Bocal de Saída TR	Desenho 34	ABS	3			
1	Bocal de Entrada TR	Desenho 33	ABS	2			
1	Tanque de Receção	Desenho 31	MPDE	1		8	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:					Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial		
Proj.					F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica		
Des.					Desenho 37		
Copiou							
Visto							
Escala							
1:5							
Toleran.							
NP-265 Médio							



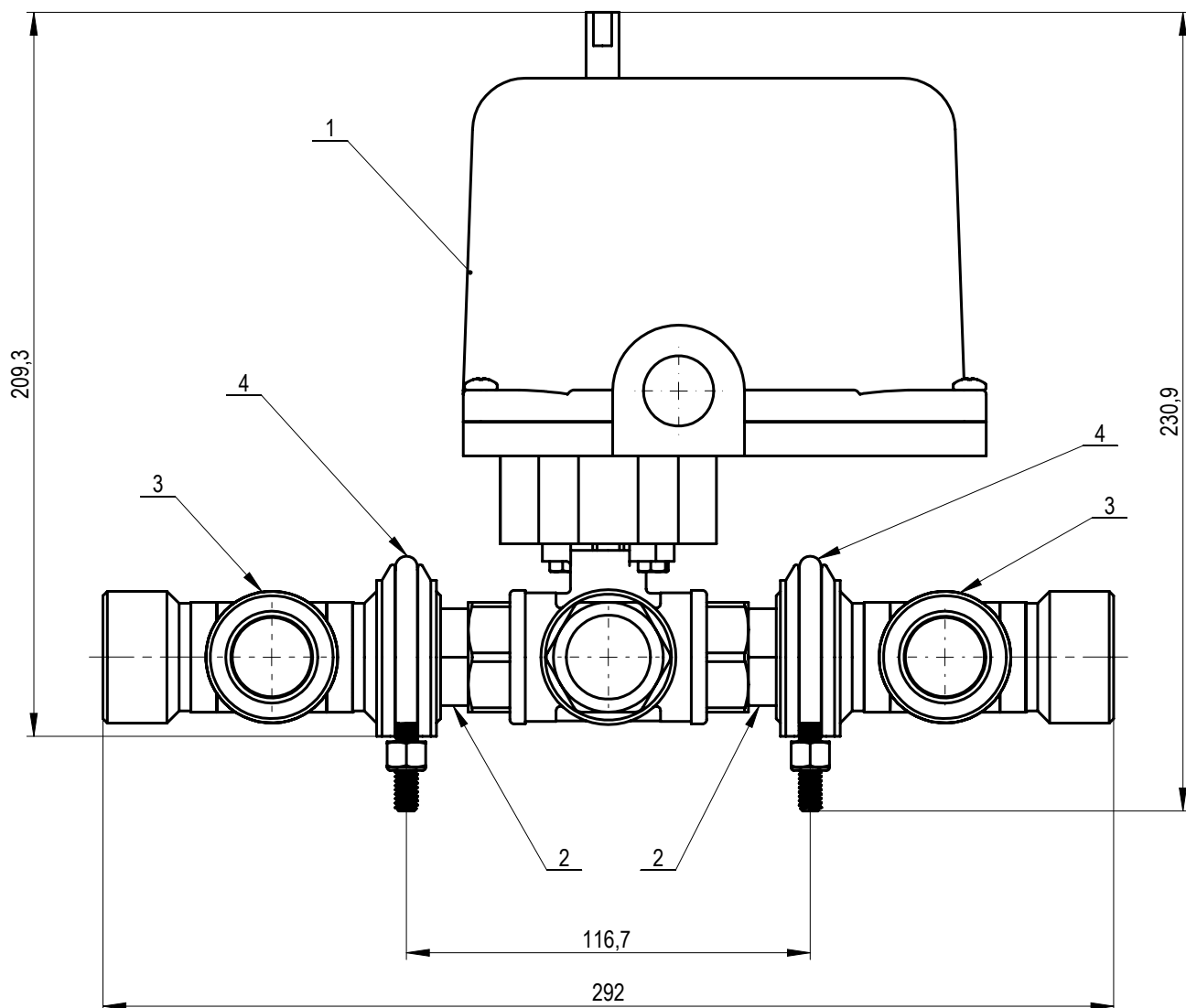
14	Porca M5		Aço	9			
14	Parafuso M5x30 Classe 4.6		Aço	8			
2	Base Válvula de Lavagem	Desenho 24	EN AW-6005	7		0,400	
1	Base Válvula de Esgoto	Desenho 22	EN AW-6005	6		0,953	
1	Base Válvula de Fornecimento	Desenho 23	EN AW-6005	5		0,290	
3	Pino de Fixação Base-Suporte Controlo	03195	Aço	4			
1	Montagem Apoio PLC	Desenho 21	EN AW-6005	3		1,271	
1	Montagem Suporte Controlo	Desenho 15	EN AW-6005	2		3,95	
1	Montagem Base	Desenho 9	EN AW-6005	1		1,872	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



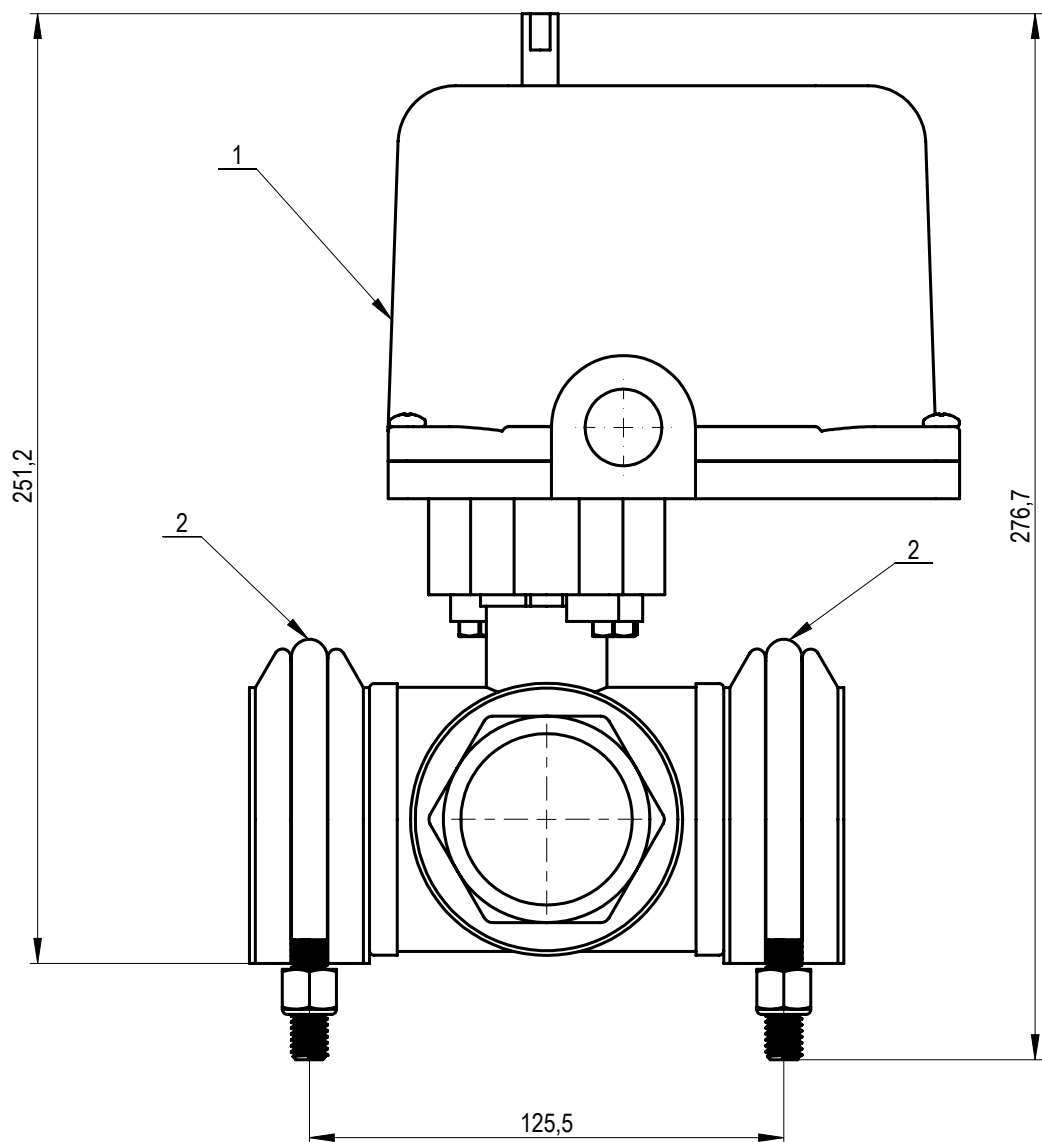
2	Fixação Válvula de Lavagem	3179T32		3			
2	Conector Válvula de Lavagem-Canalização	12-HLMM-3NB	Aço Inox 316	2			
1	Válvula de Lavagem	2036BV06TB	Latão	1		0,635	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		1:2	Montagem Válvula de Lavagem			Desenho 29	
		Toleran.					
		NP-265 Médio					

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



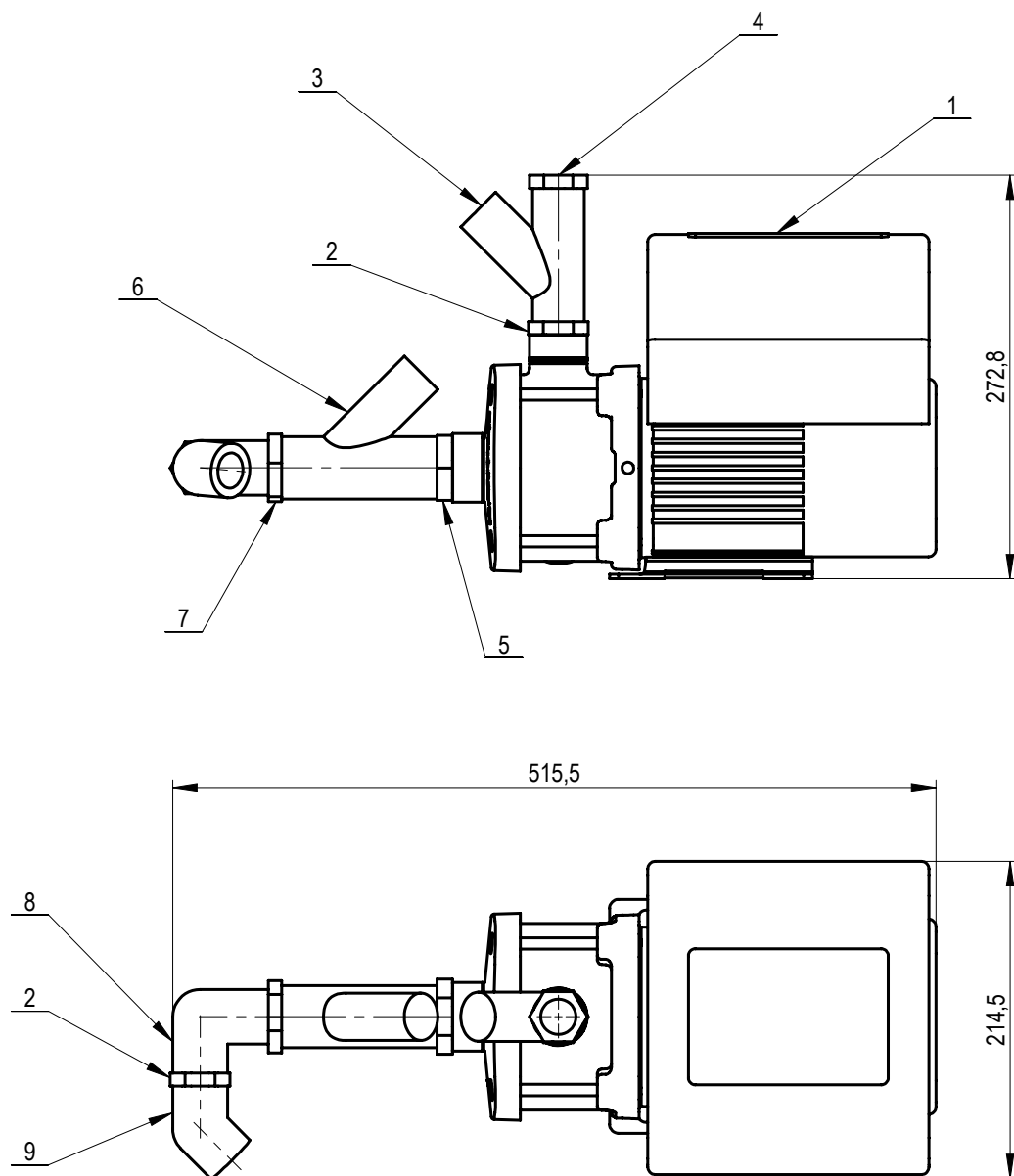
2	Fixação Válvula de Fornecimento	3176T48		4			
2	Junta T	B-12-T	Latão	3			
2	Conector Junta T-Válvula de Fornecimento	HN12N	Aço Inox 316	2			
1	Válvula de Fornecimento	D31DAXR4B	Latão	1		3,357	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		1:2	Montagem Válvula de Fornecimento				Desenho 28
		Toleran.					
		NP-265					
		Médio					

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



2	Fixação Válvula de Esgoto	3176T36		2			
1	Válvula de Esgoto	G31DAXR4B	Latão	1		7,257	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		1:2	Montagem Válvula de Esgoto			Desenho 27	
		Toleran.					
		NP-265					
		Médio					

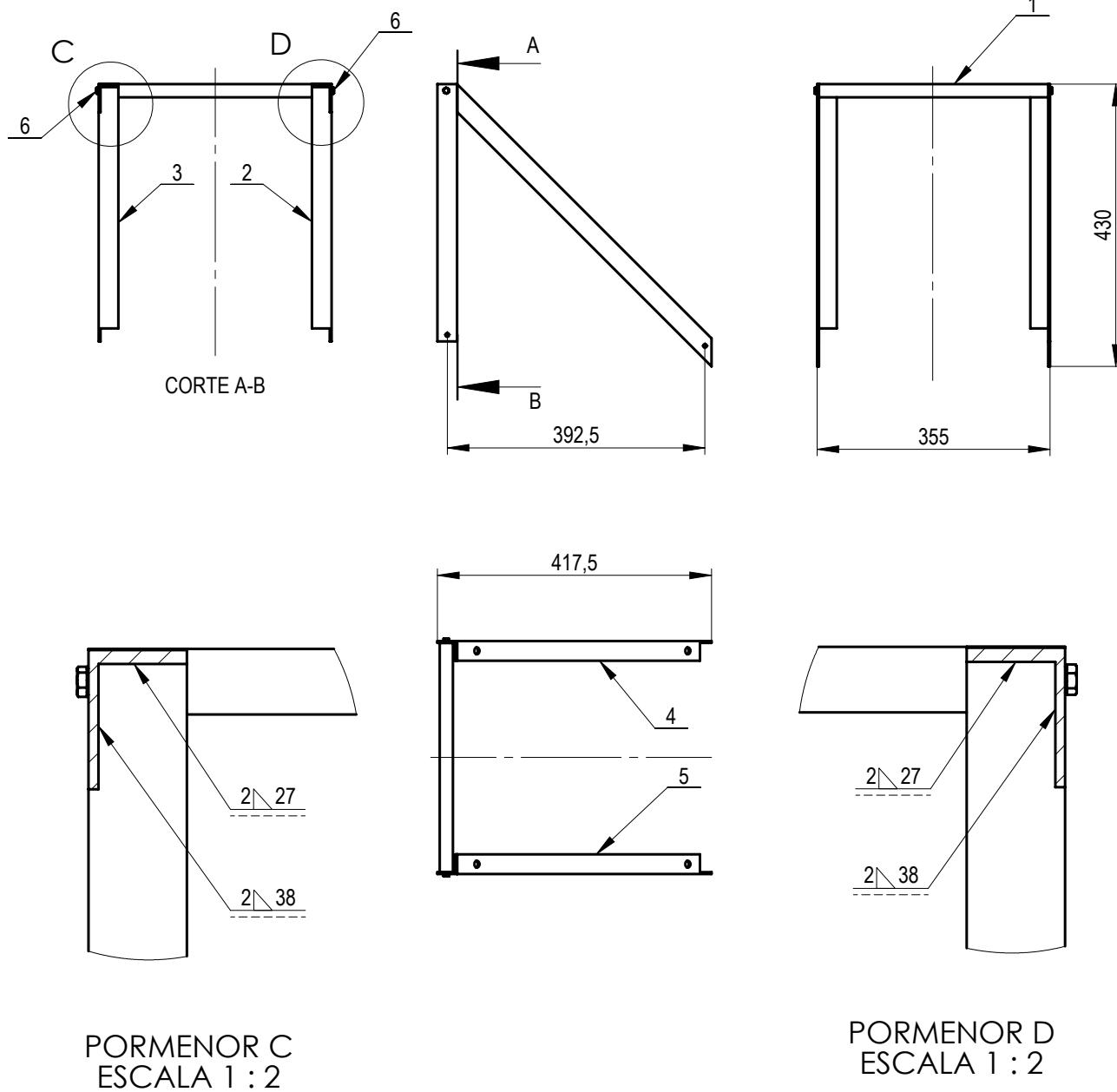
Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



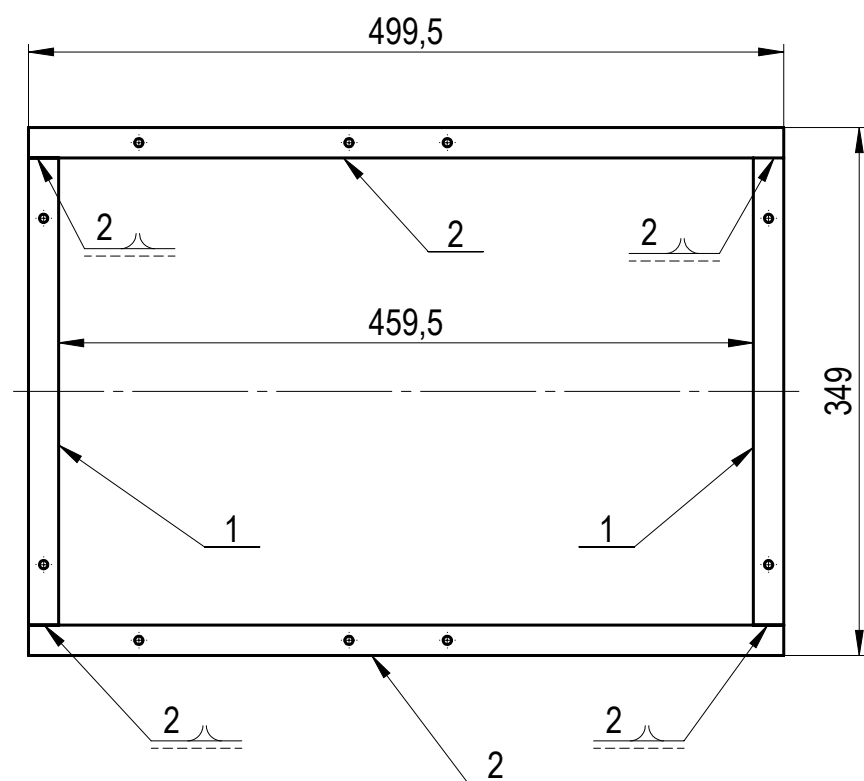
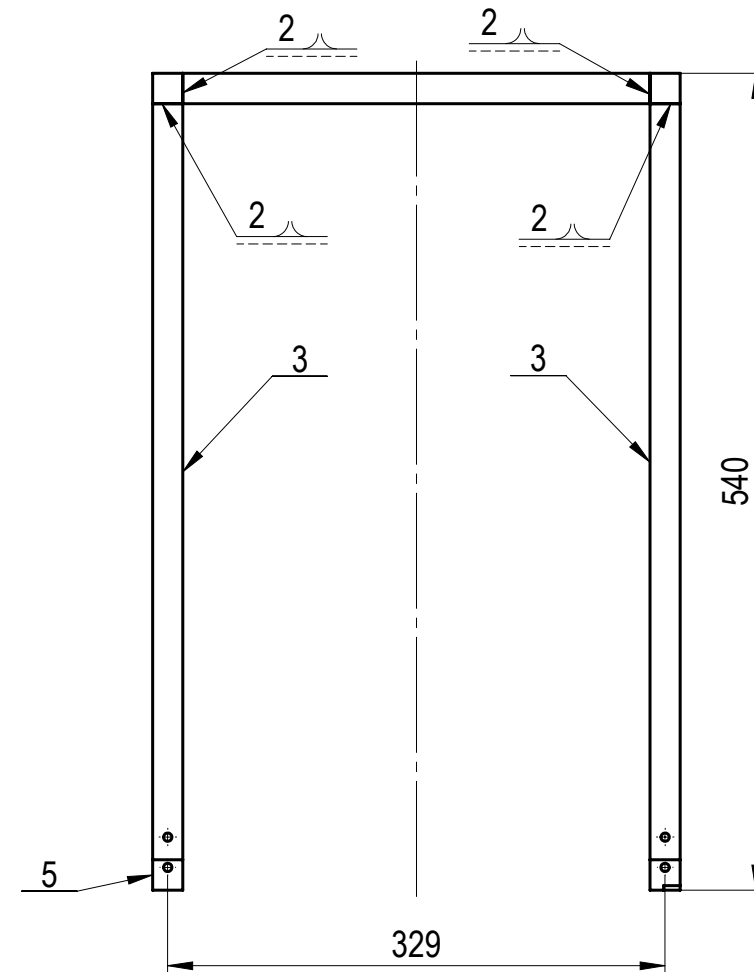
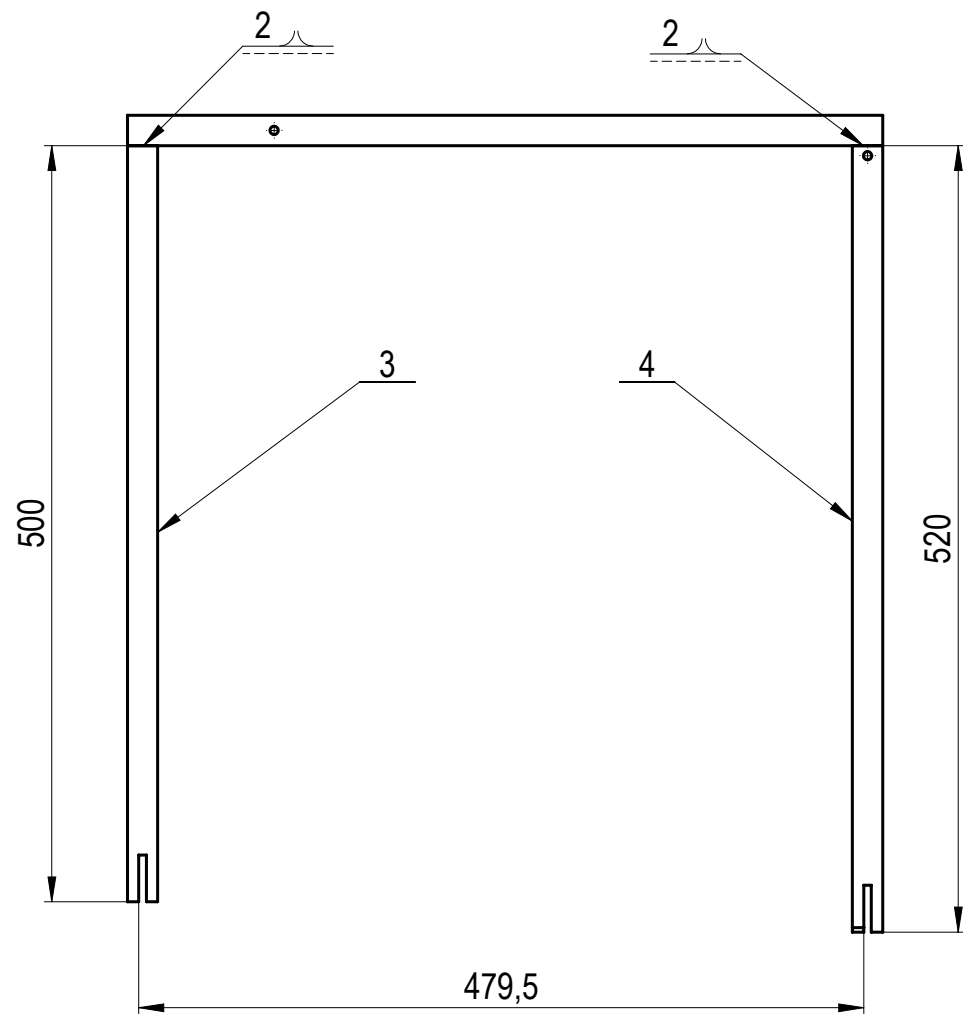
1	Cotovelo 45°	0120 06	Aço Inox 316	9			
1	Cotovelo 90°	0092 06	Aço Inox 316	8			
1	Redutor Bomba de Fornecimento	RB2016	Aço Inox 316	7			
1	Filtro Bomba de Fornecimento	YS-800		6			
1	Conector Bomba de Fornecimento-Filtro	HN20	Aço Inox 316	5			
1	Redutor Válvula de Retenção 2	RB1612	Aço Inox 316	4			
1	Válvula de Retenção 2	YSP-800		3			
2	Conector Bomba de Fornecimento-Válvula de Retenção 2 e Cotovelos	HN16	Aço Inox 316	2			
1	Bomba de Fornecimento	CME5-3 A-R-G-E-AQQE		1		15,2	

Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		1:5	Montagem Bomba de Fornecimento			Desenho 26	
		Toleran.					
		NP-265					
		Médio					

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				

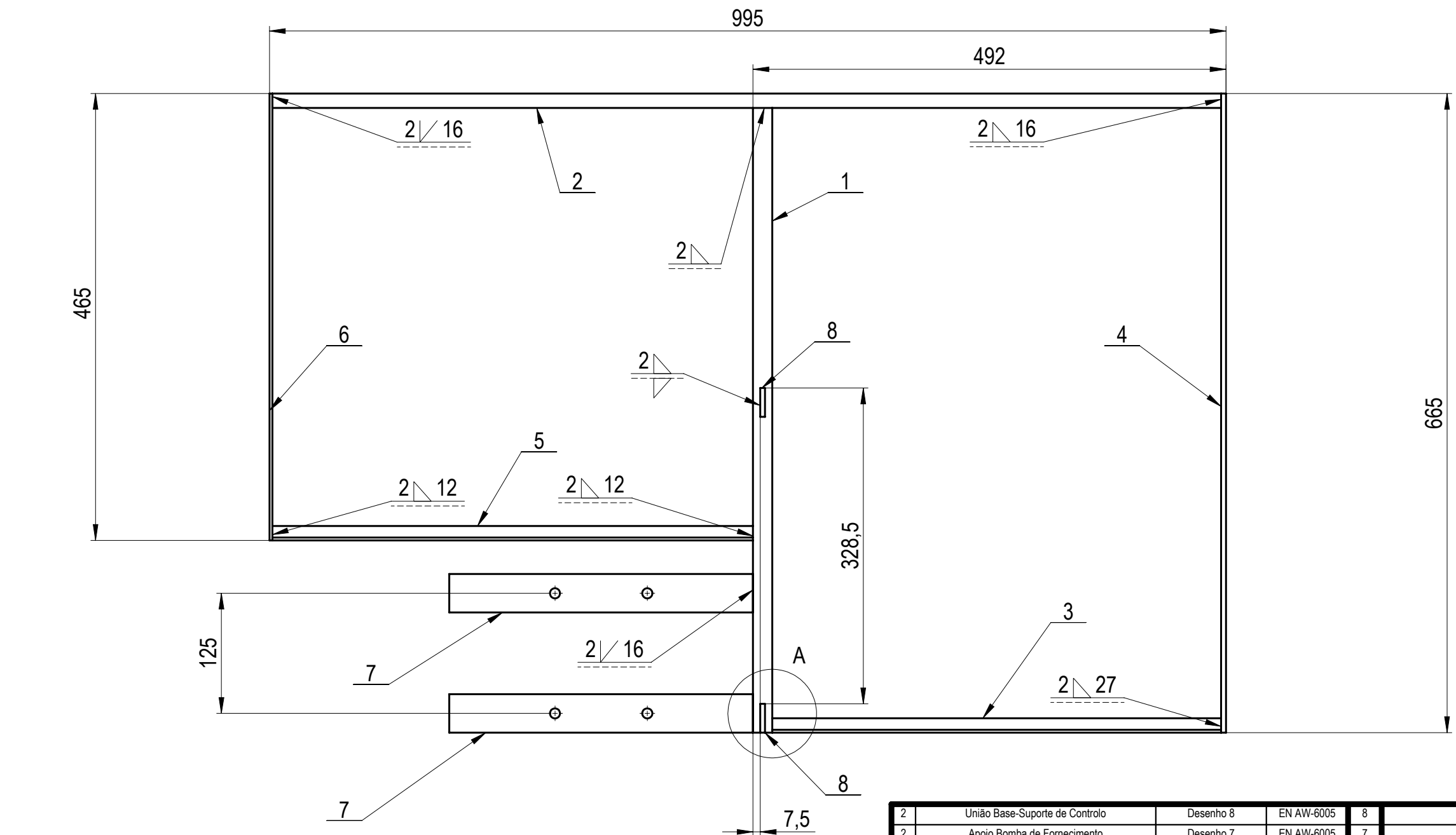


2	Parafuso M5x30 Classe 4.6		Aço	6			
1	Cantoneira Esquerda 2	Desenho 19	EN AW-6005	5		0,266	
1	Cantoneira Direita 2	Desenho 17	EN AW-6005	4		0,266	
1	Cantoneira Esquerda 1	Desenho 18	EN AW-6005	3		0,181	
1	Cantoneira Direita 1	Desenho 16	EN AW-6005	2		0,181	
1	Barra Central Apoio PLC	Desenho 20	EN AW-6005	1		0,377	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		1:10	Montagem Apoio PLC			Desenho 21	
		Toleran.					
		NP-265					
		Médio					



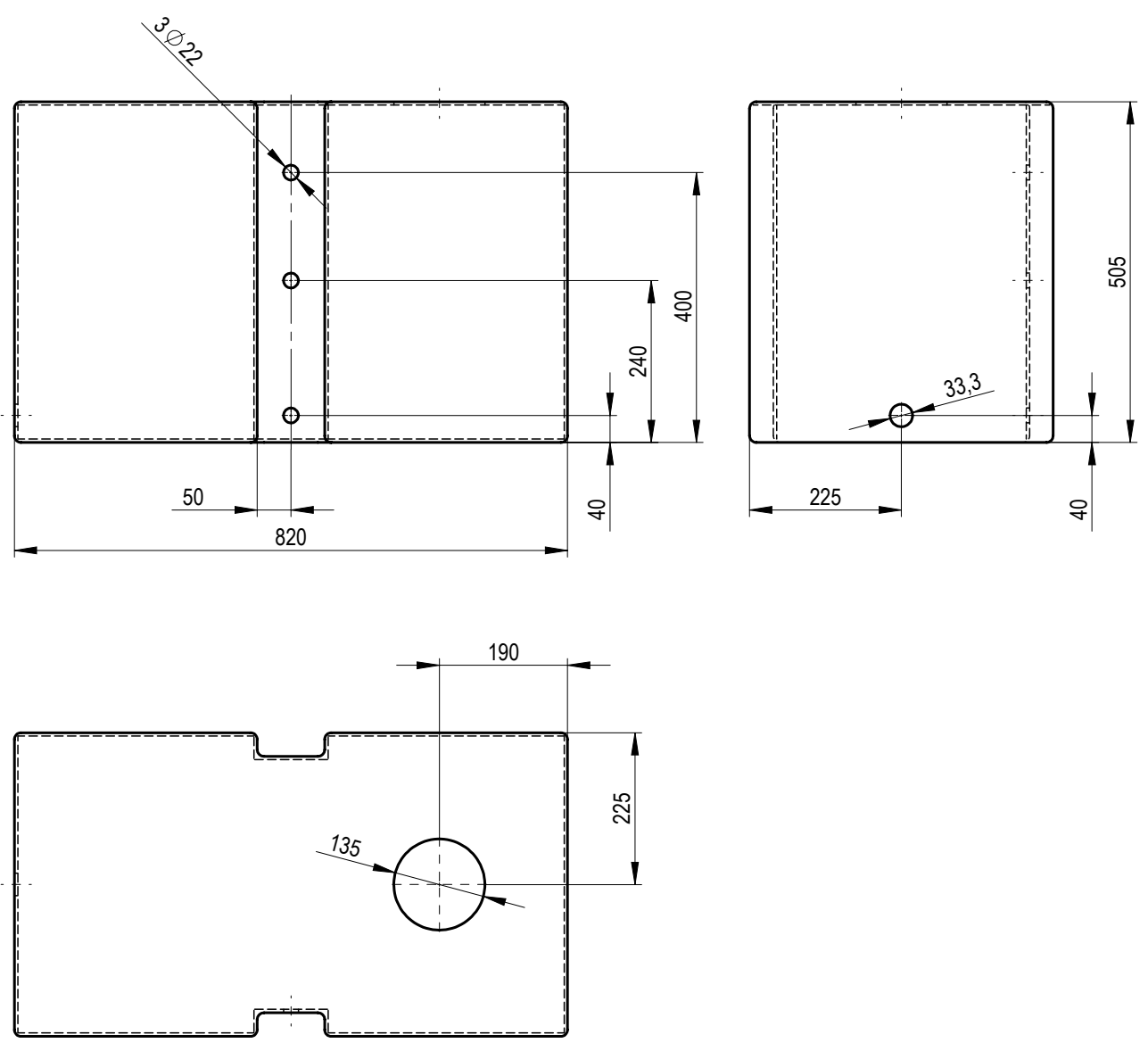
1	Pé Suporte Controlo 3	Desenho 14	EN AW-6005	5		0,562	
1	Pé Suporte Controlo 2	Desenho 13	EN AW-6005	4		0,562	
2	Pé Suporte Controlo 1	Desenho 12	EN AW-6005	3		0,540	
2	Barra Lateral Suporte Controlo	Desenho 11	EN AW-6005	2		0,540	
2	Barra Central Suporte Controlo	Desenho 10	EN AW-6005	1		0,333	

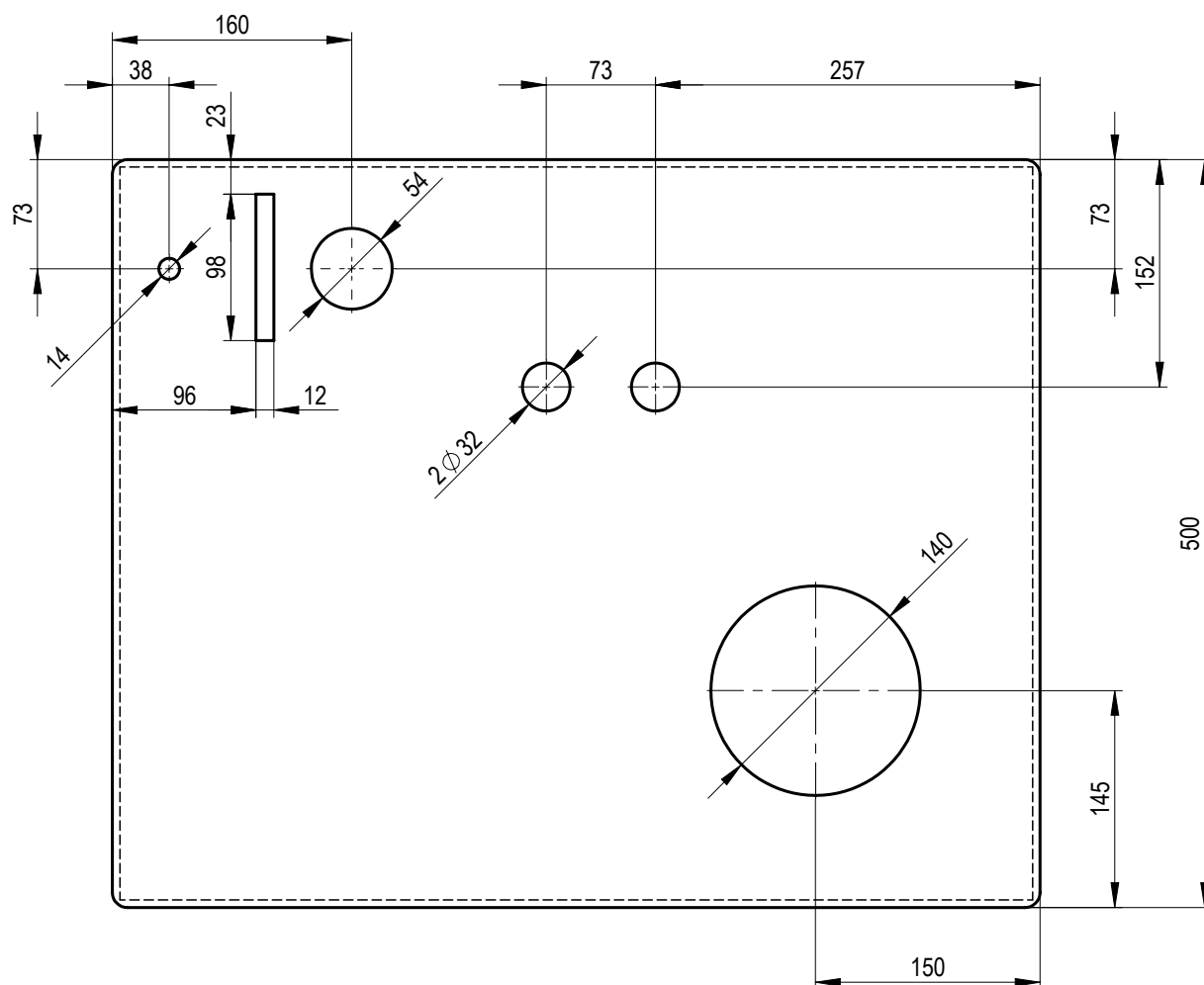
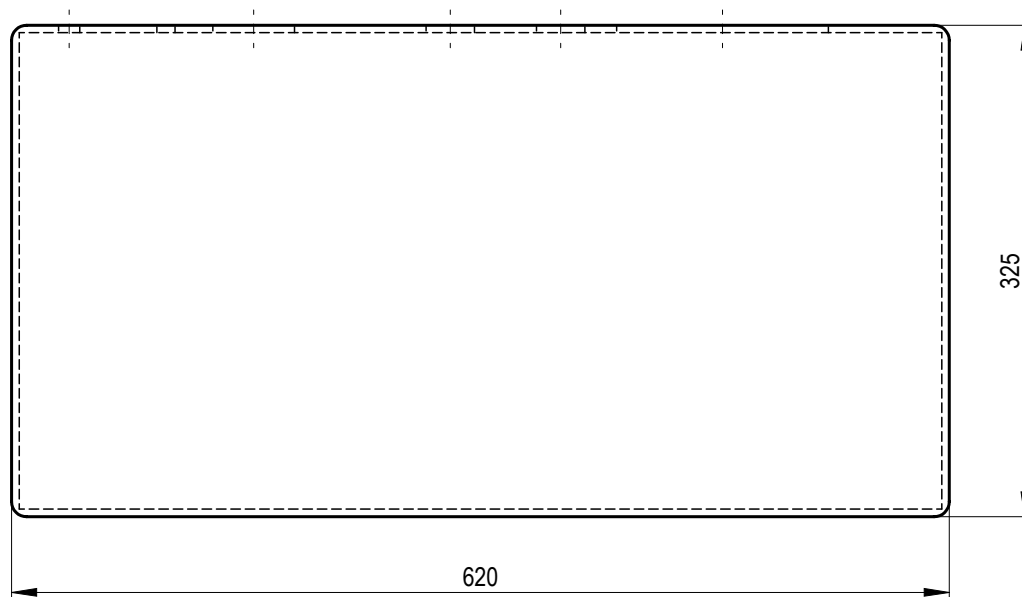
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:		Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial		
		Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
		Copiou					
		Visto					
		Escala	Montagem Suporte de Controlo			Desenho 15	
		1:5					
		Toleran.					
		NP-265 Médio					



PORMENOR A
ESCALA 1 : 2

2	União Base-Suporte de Controlo	Desenho 8	EN AW-6005	8		0,012	
2	Apoio Bomba de Fornecimento	Desenho 7	EN AW-6005	7		0,189	
1	Barra Lateral Base 2	Desenho 4	EN AW-6005	6		0,056	
1	Cantoneira Batente Tanque de Receção	Desenho 6	EN AW-6005	5		0,109	
1	Barra Lateral Base 1	Desenho 3	EN AW-6005	4		0,270	
1	Cantoneira Bantente Tanque de Armazenamento	Desenho 5	EN AW-6005	3		0,102	
1	Barra Inclinação Tanques	Desenho 2	EN AW-6005	2		0,599	
1	Barra Central Base	Desenho 1	EN AW-6005	1		0,334	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
Observações:					Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial		
Proj.					F.C.T.-U.N.L. Dissertação em Engenharia Mecânica		
Des.							
Copiou							
Visto							
Escala					Desenho 9		
1:5							
Toleran.							
NP-265 Médio							





Observações:

1:5

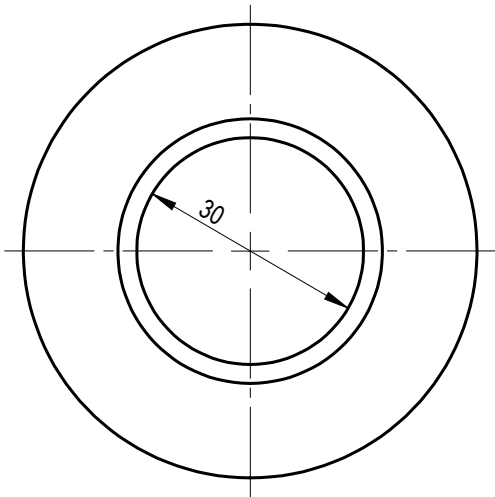
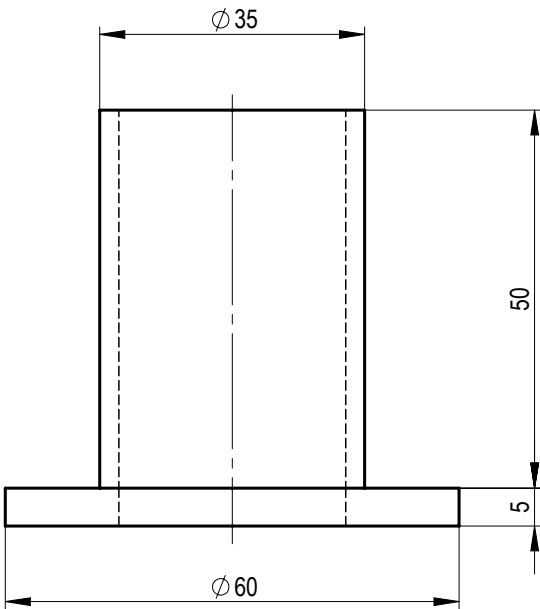
Toleran.

NP-265
Médio

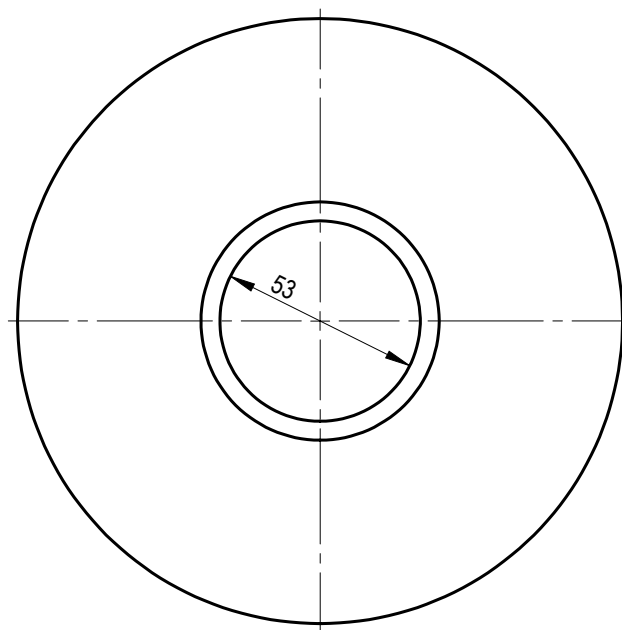
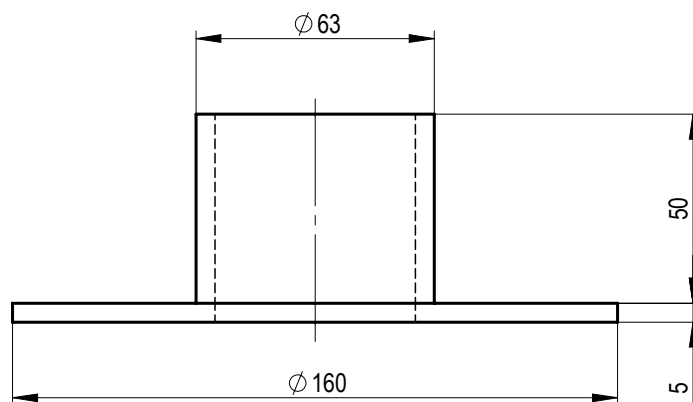
**Localização Furos
Tanque de Receção**

Desenho 31

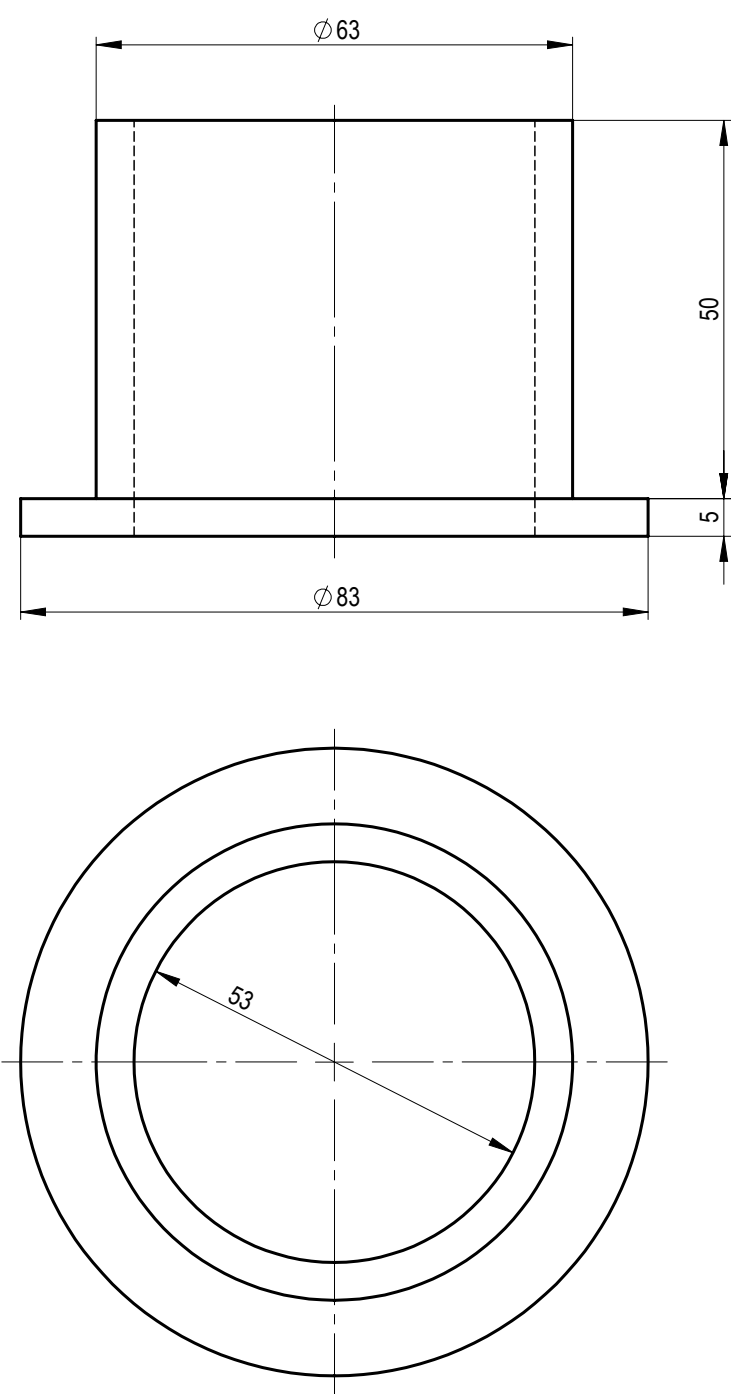
Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	<i>Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial</i>	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



Observações:	1:1	<i>Bocal de Lavagem</i>	Desenho 36					
	Toleran.							
	NP-265							
	Médio							

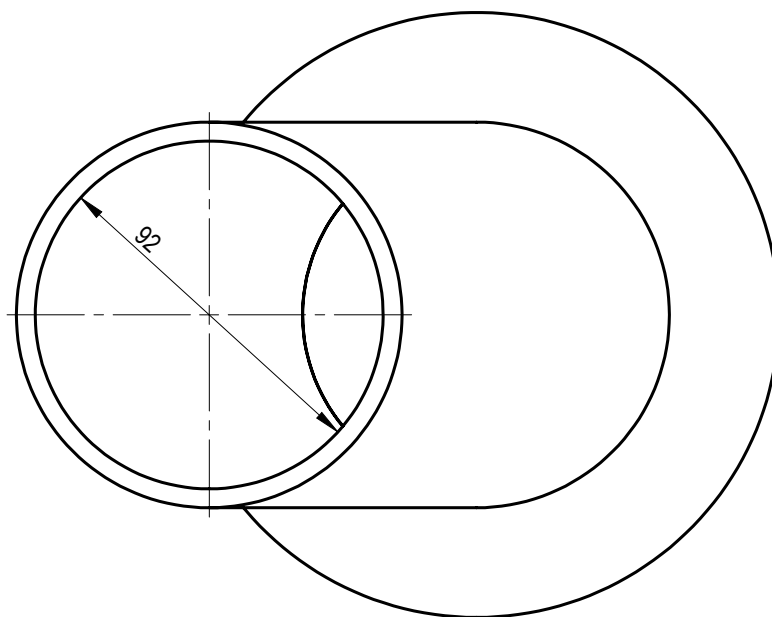
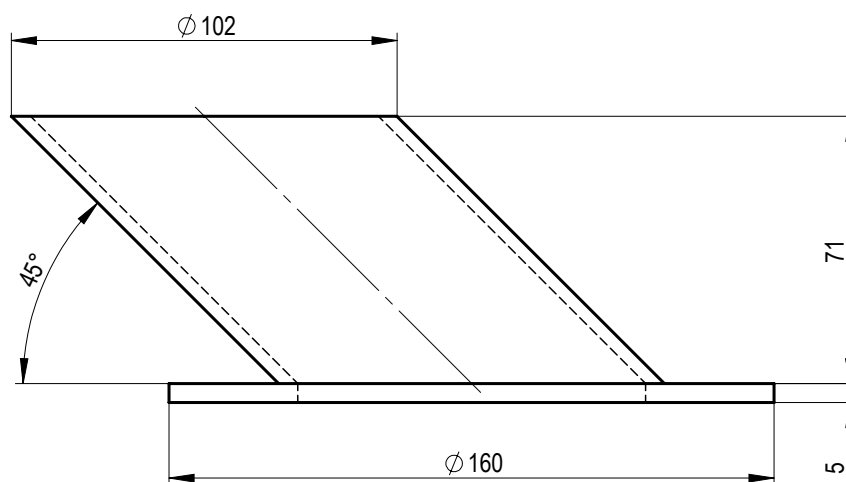


Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					



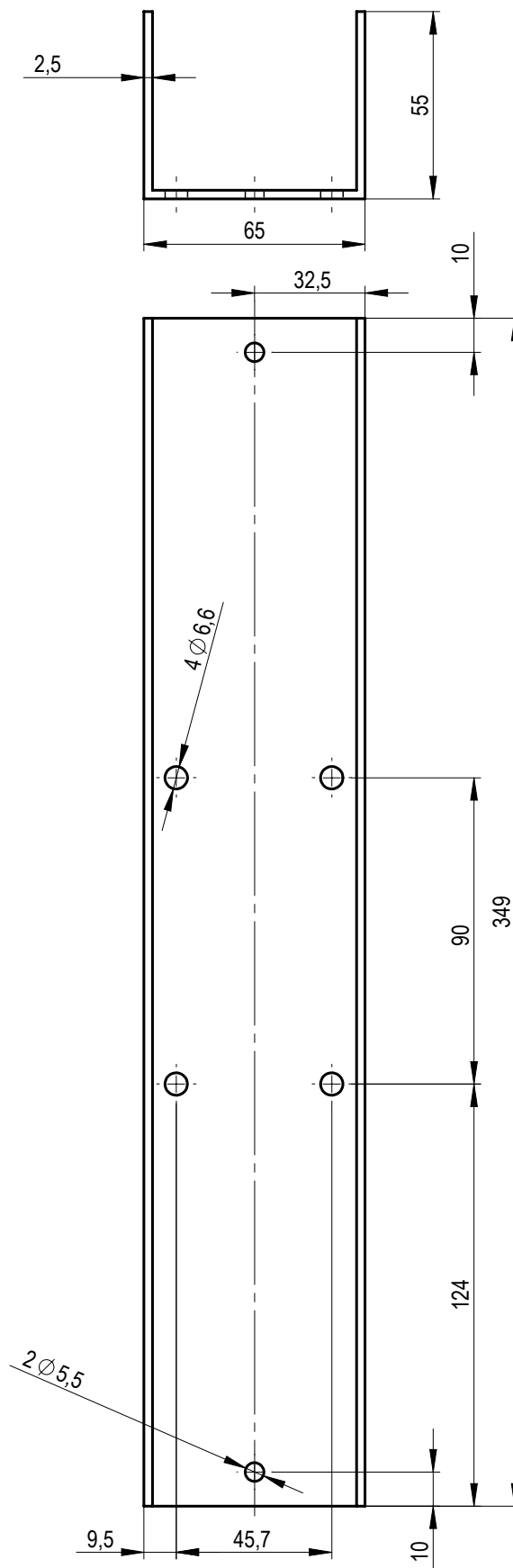
Observações:	1:1	Bocal de Saída Tanque de Receção	Desenho 34					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				

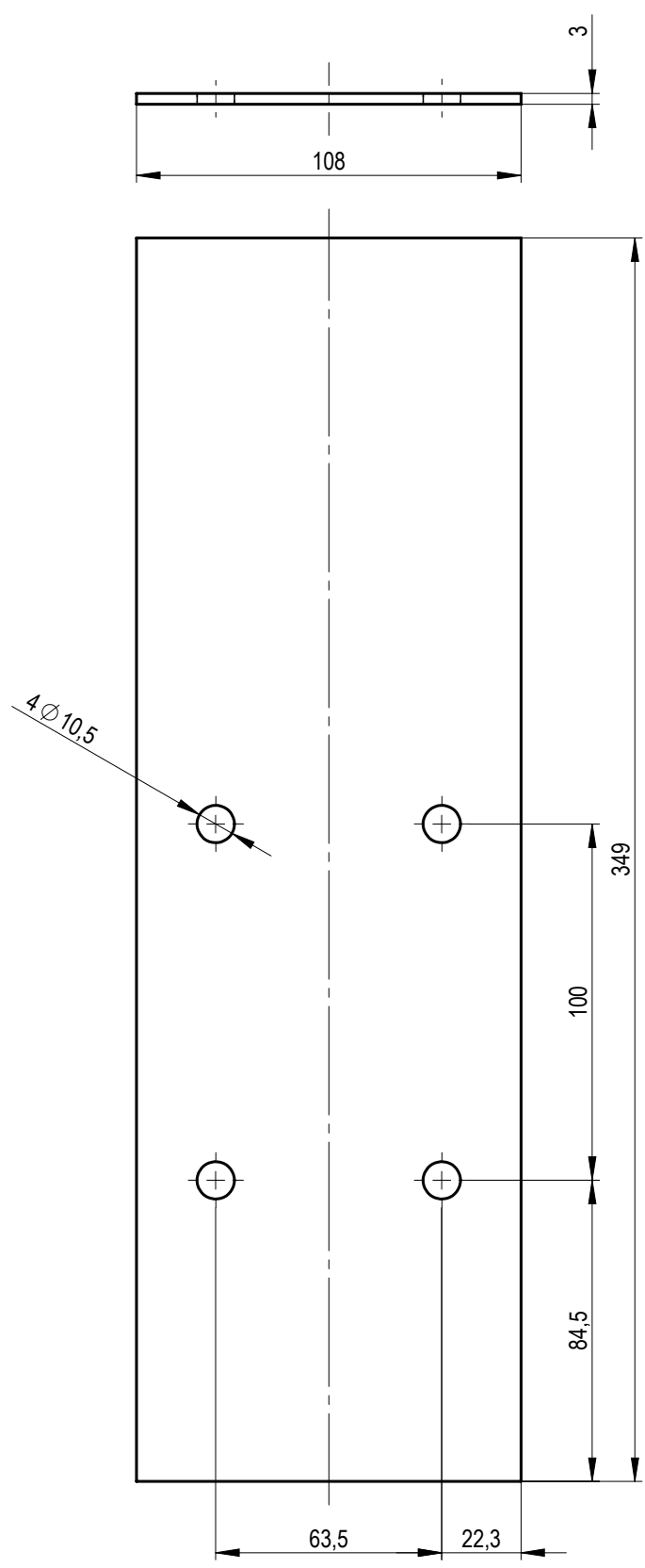


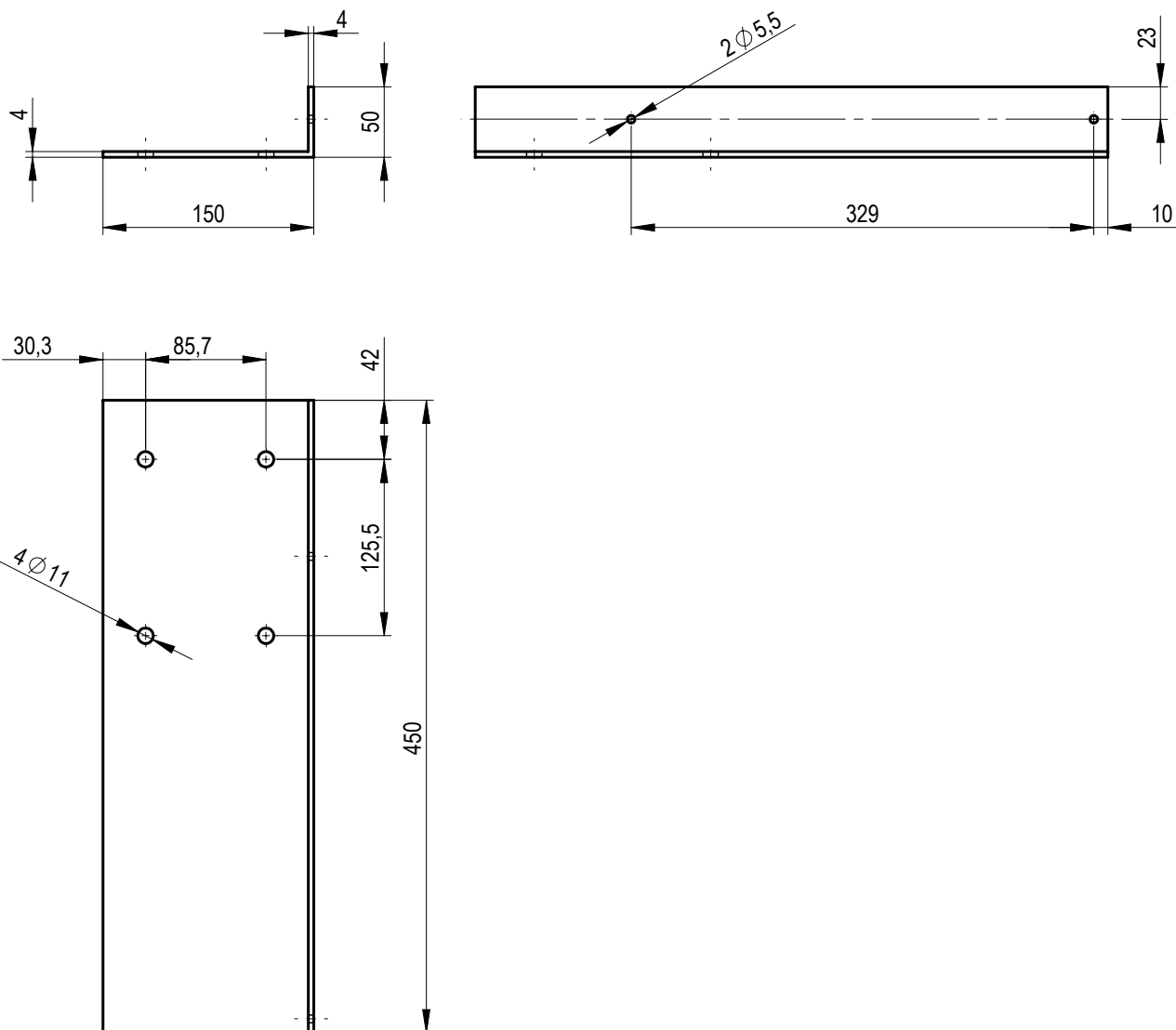
Observações:	1:2	Bocal de Entrada Tanque de Receção	Desenho 33					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	<i>Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial</i>	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



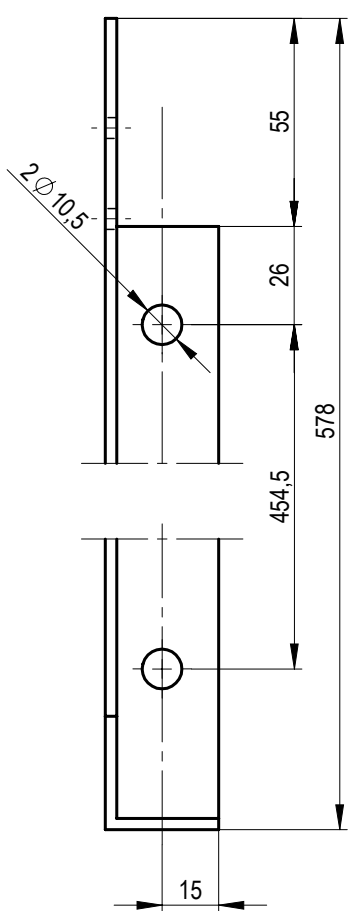
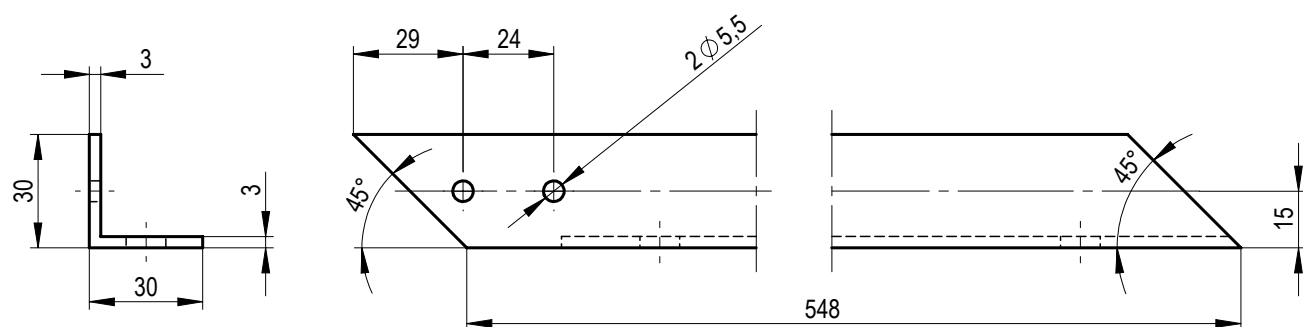
Observações:	1:2	<i>Base Válvula de Lavagem</i>	Desenho 24					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							





Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					

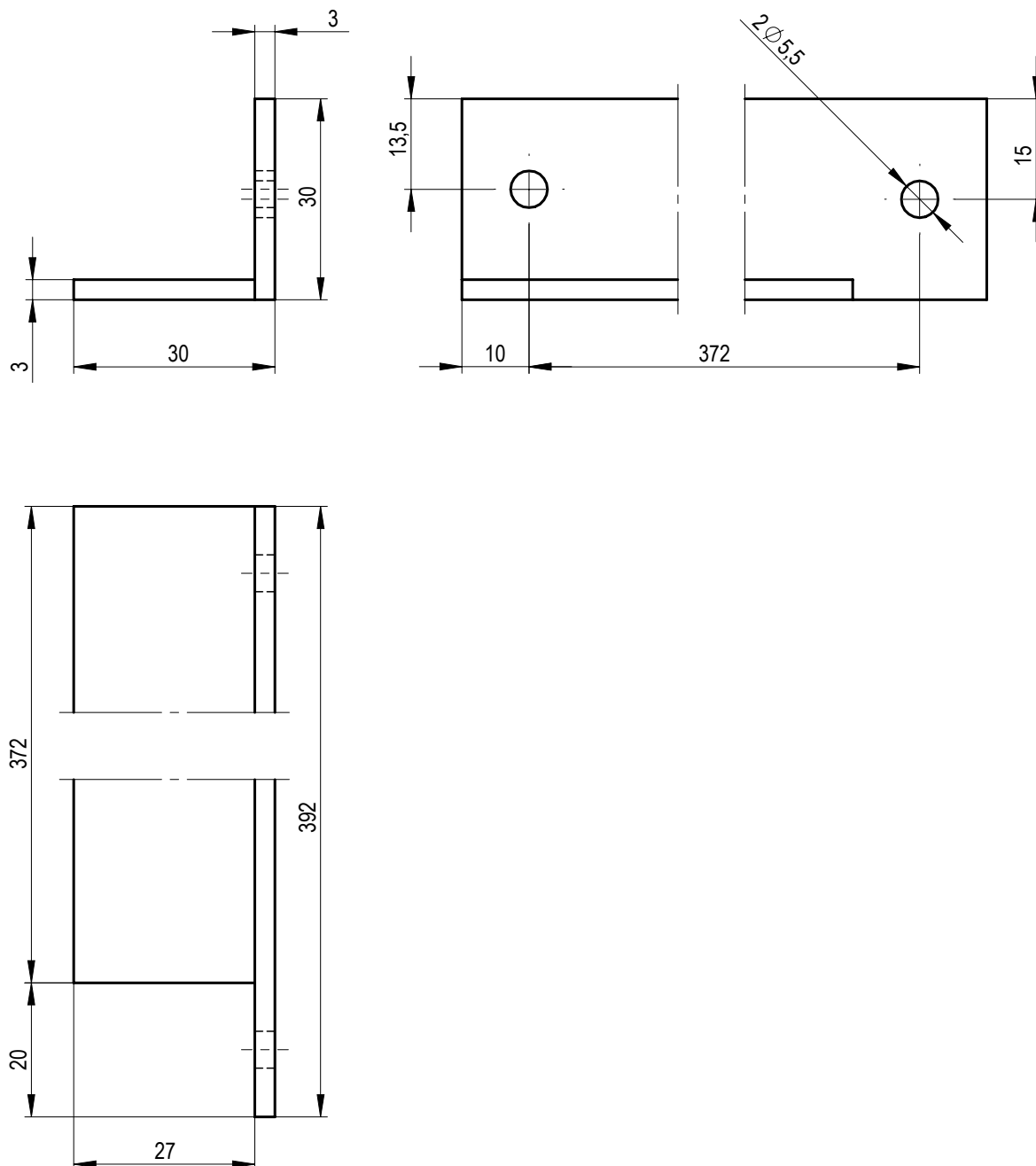
Observações:	1:1	Barra Central Apoio PLC	Desenho 20					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							



Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz
Copiou		
Visto		

Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial

F.C.T.-U.N.L
Dissertação em Engenharia Mecânica



Observações:

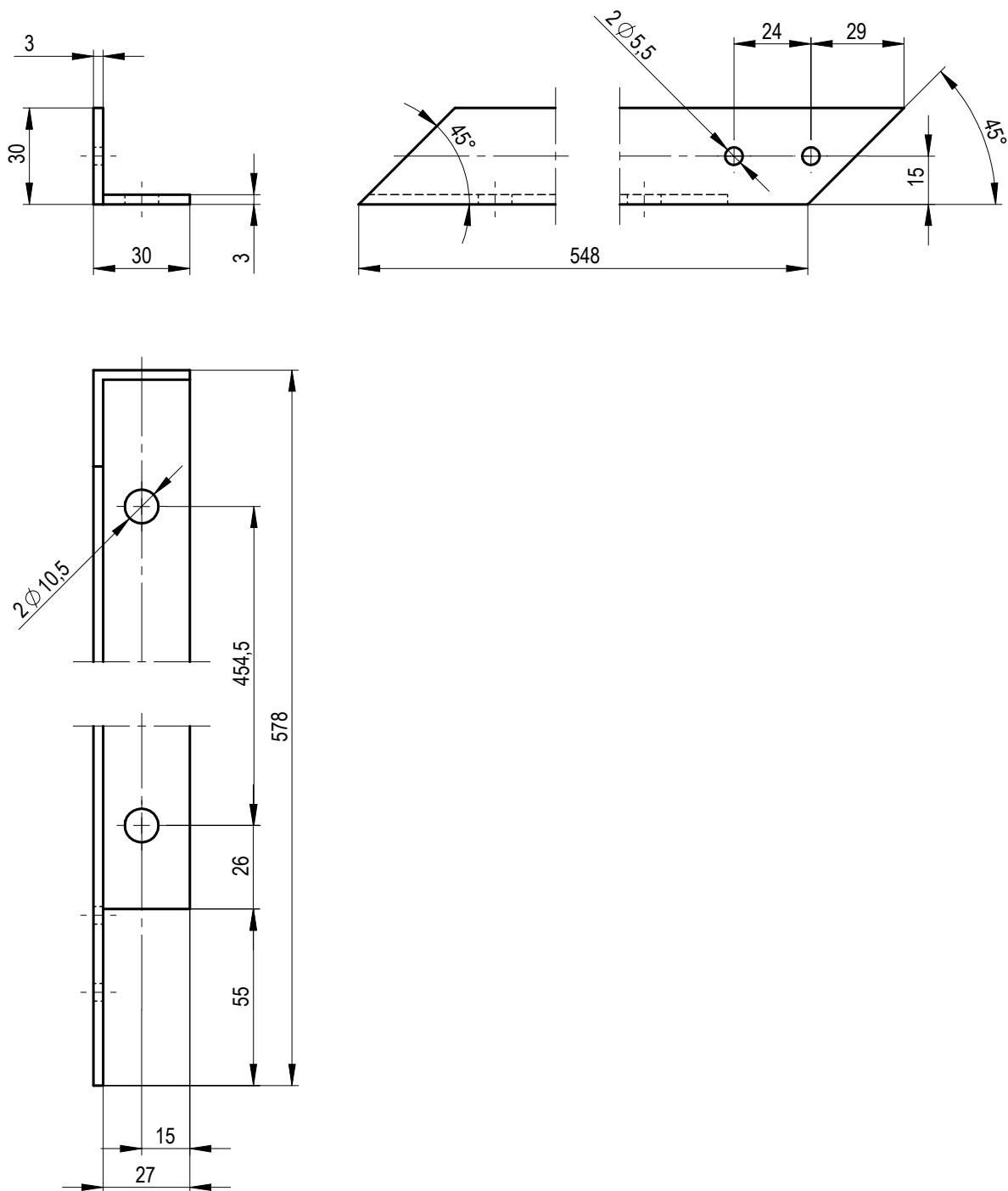
1:1

Toleran.

NP-265
Médio

Cantoneira Esquerda 1

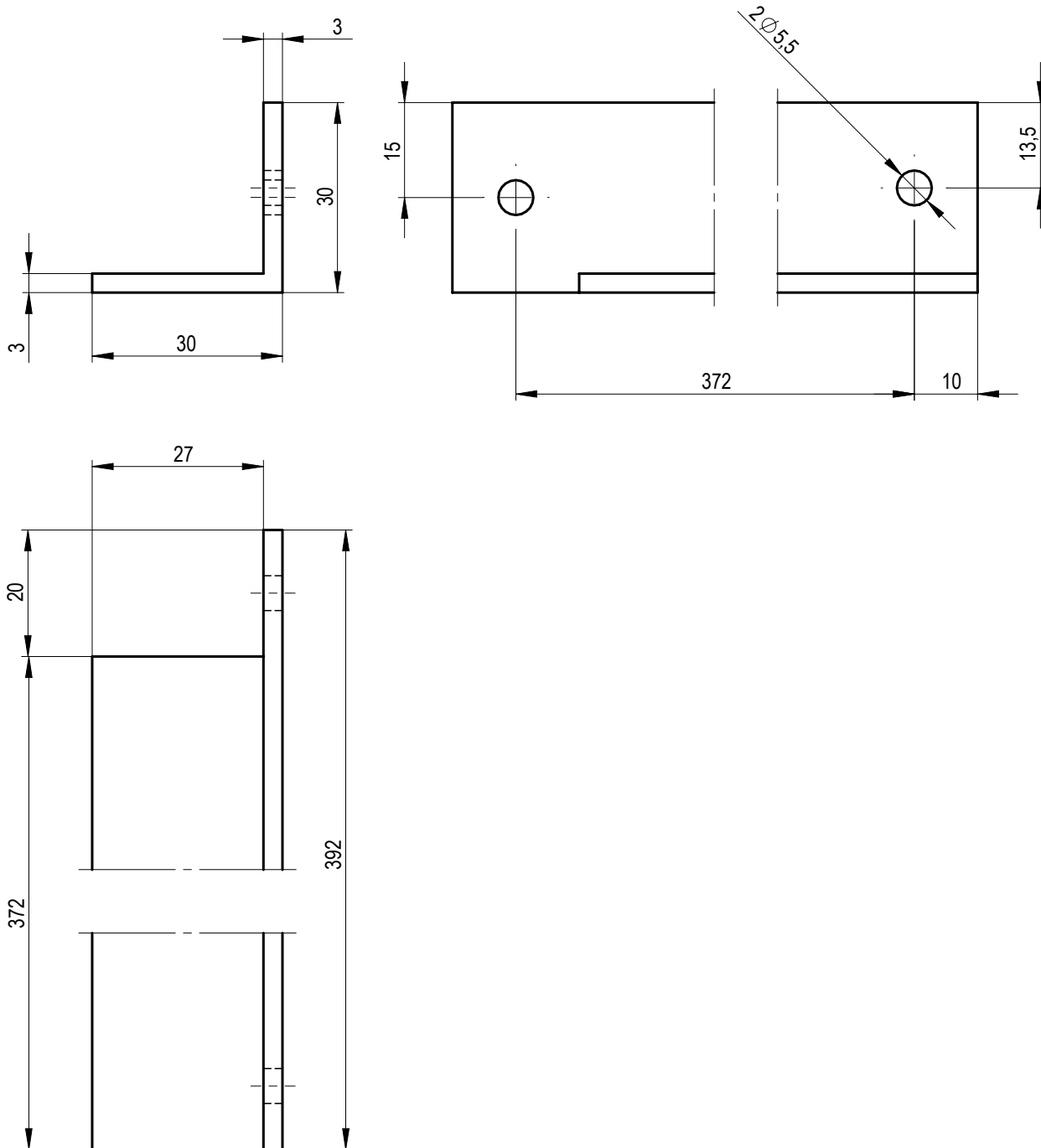
Desenho 18



Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz
Copiou		
Visto		

Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial

F.C.T.-U.N.L
Dissertação em Engenharia Mecânica



Observações:

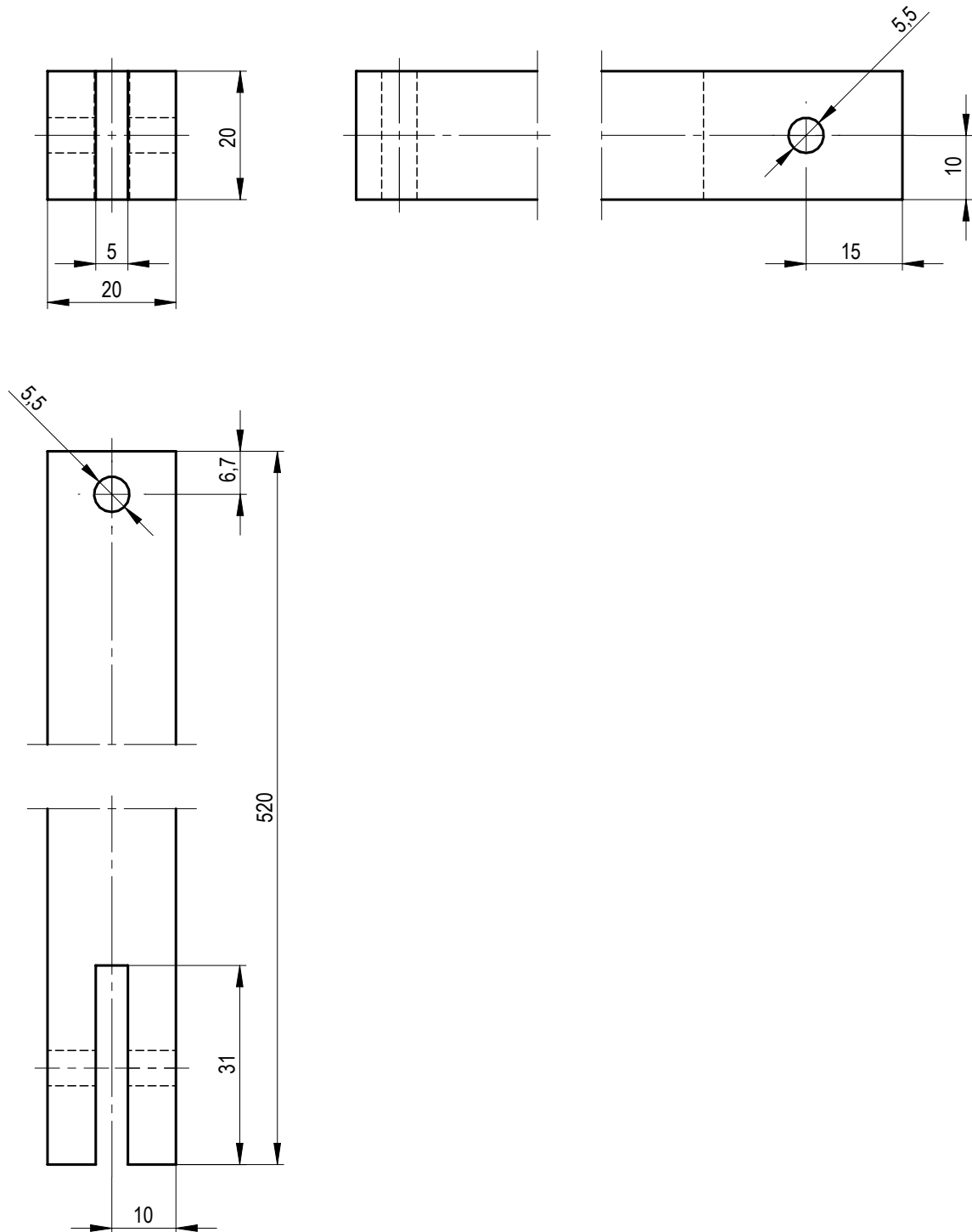
1:1

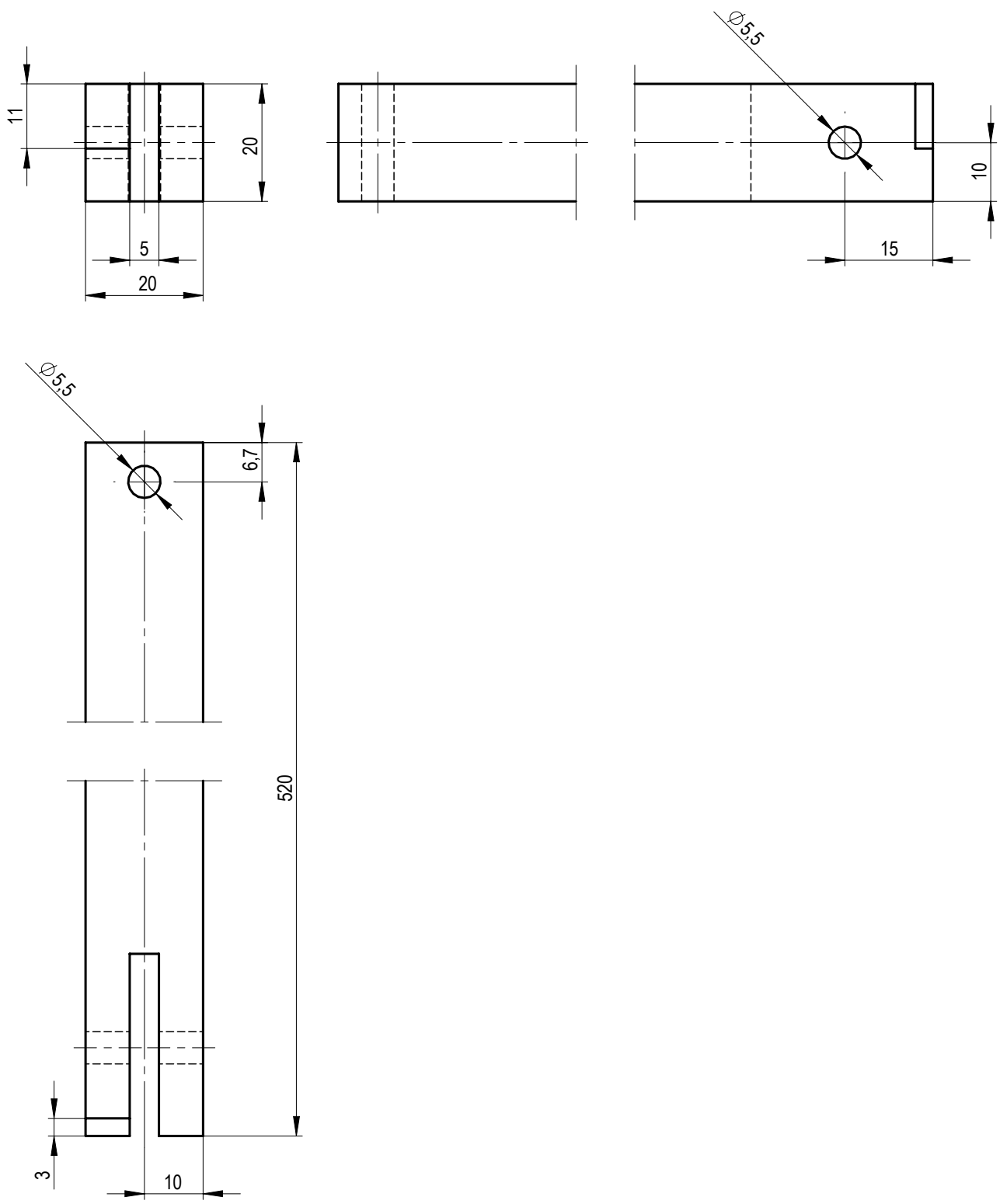
Toleran.

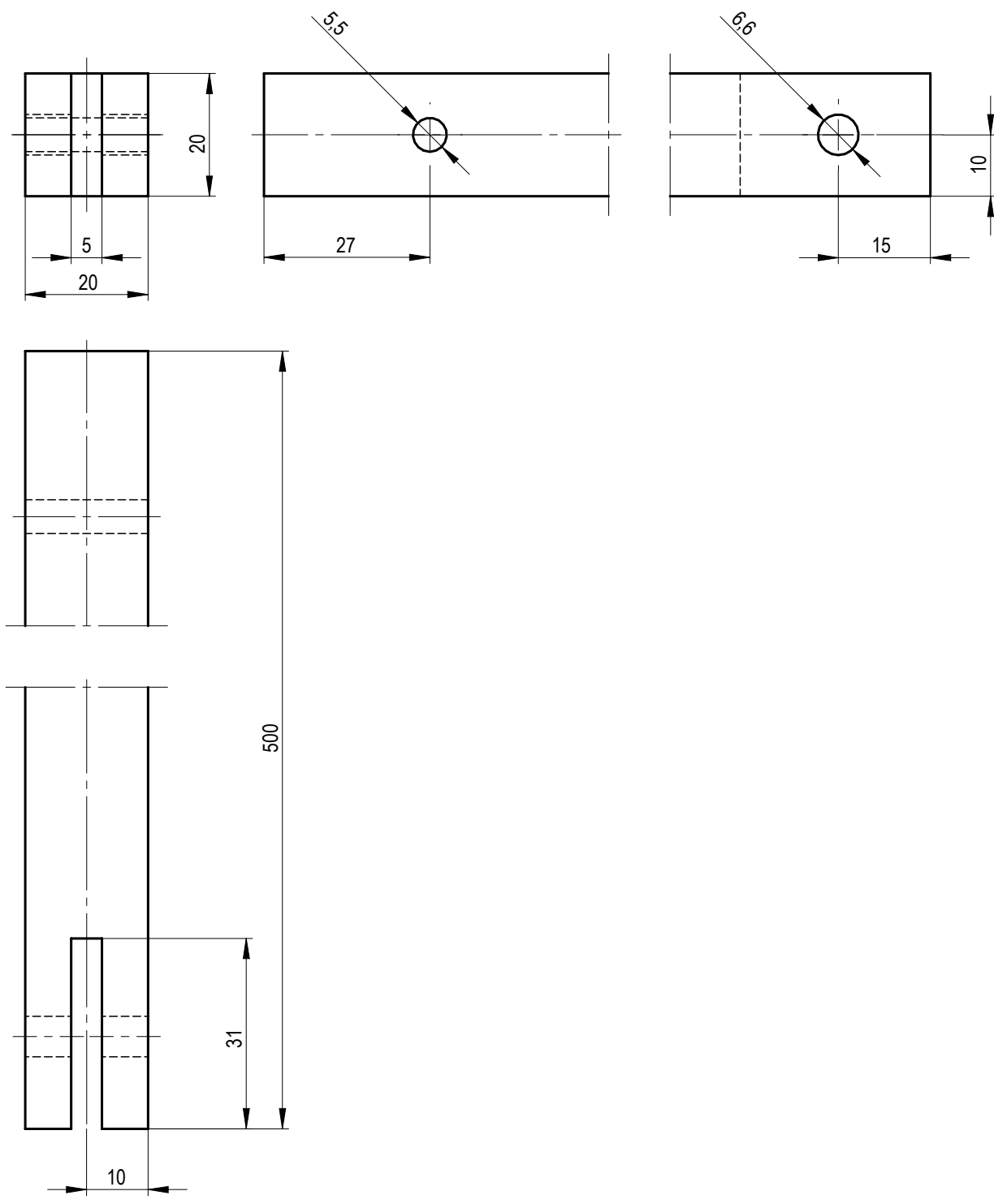
NP-265
Médio

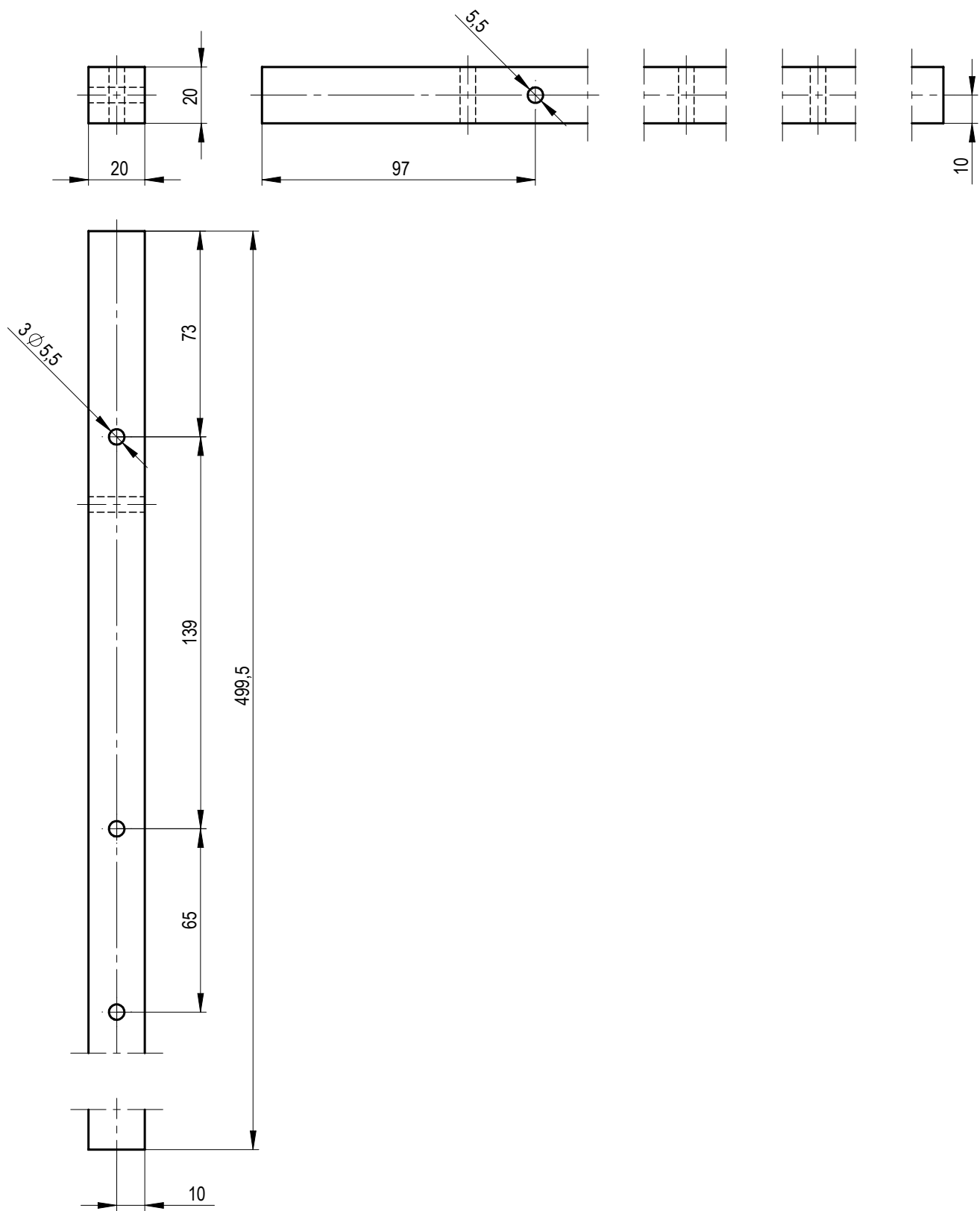
Cantoneira Direita 1

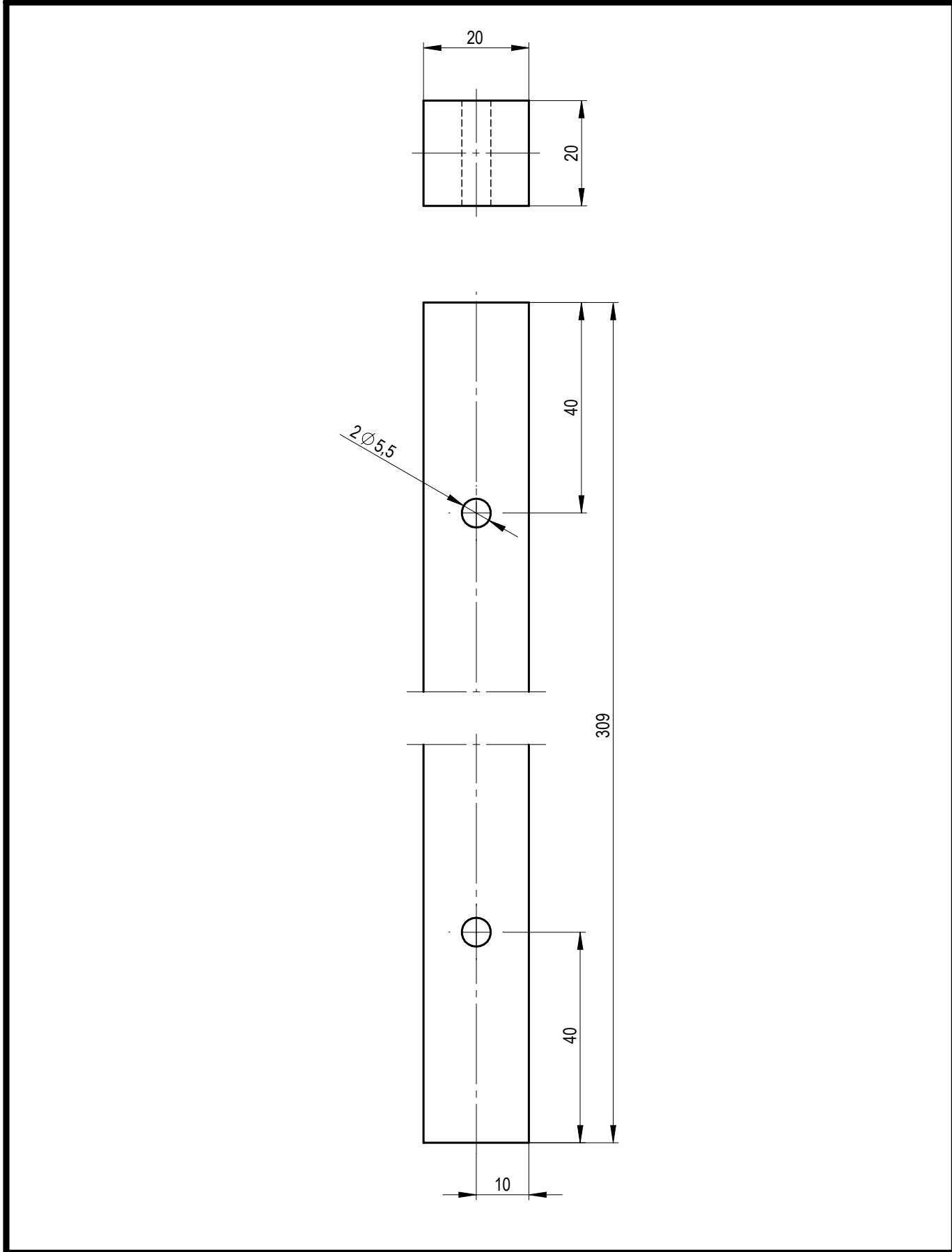
Desenho 16



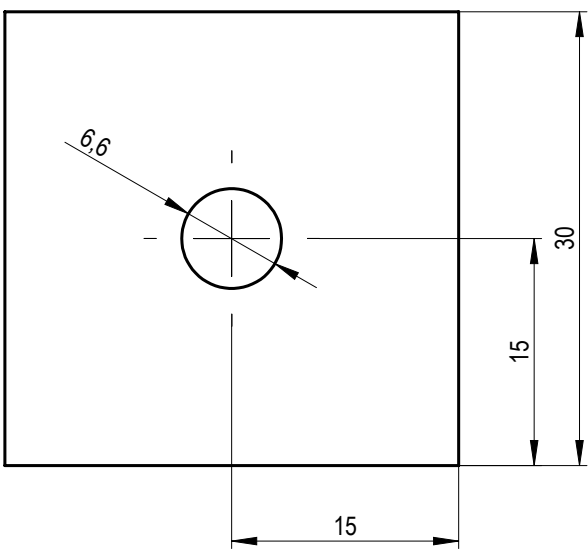
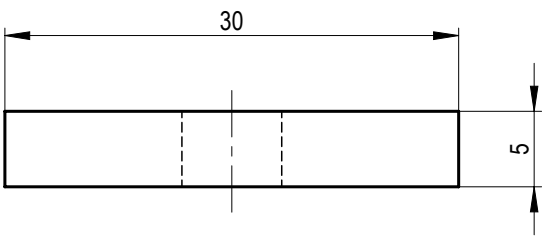




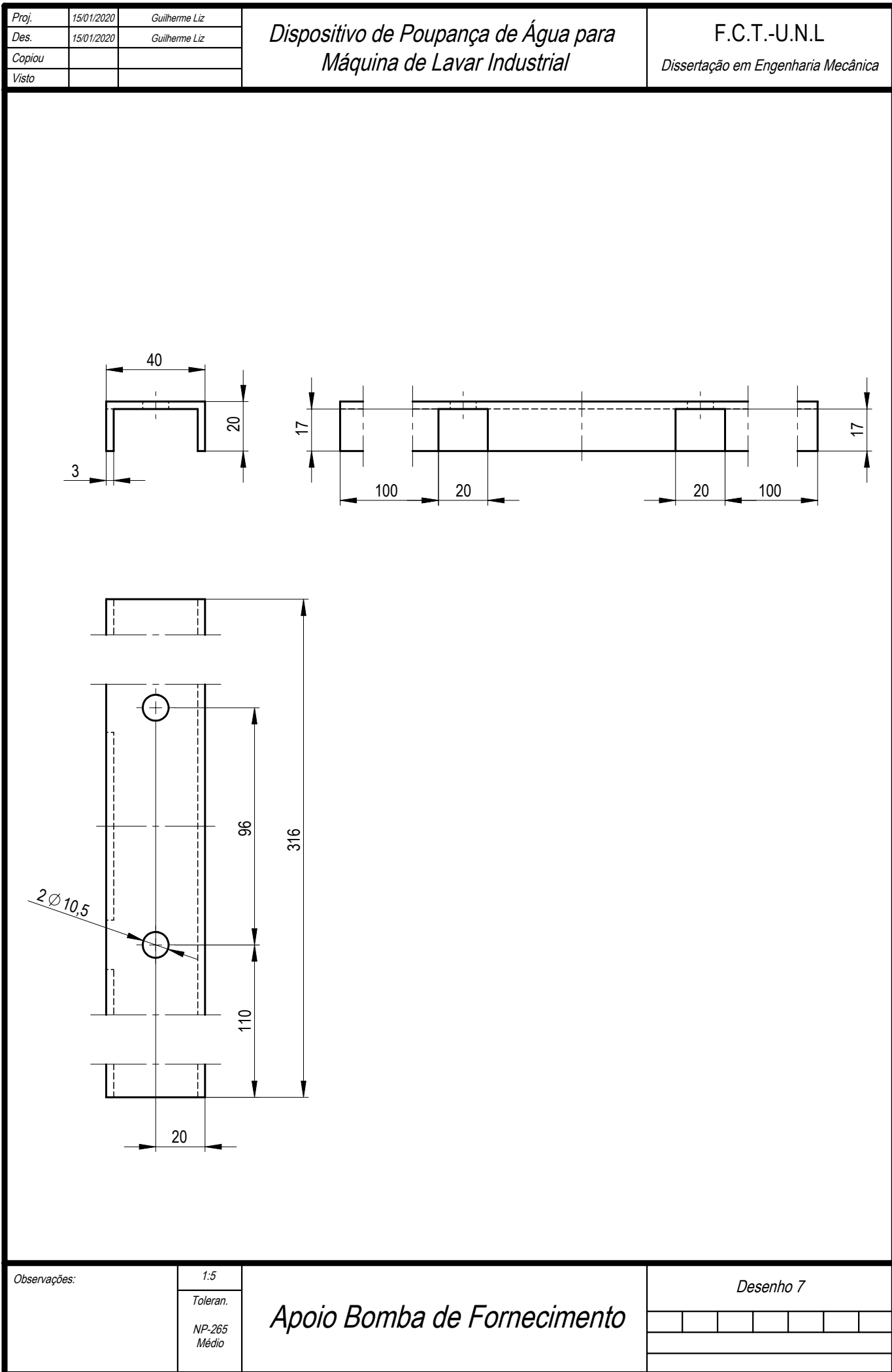




Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				



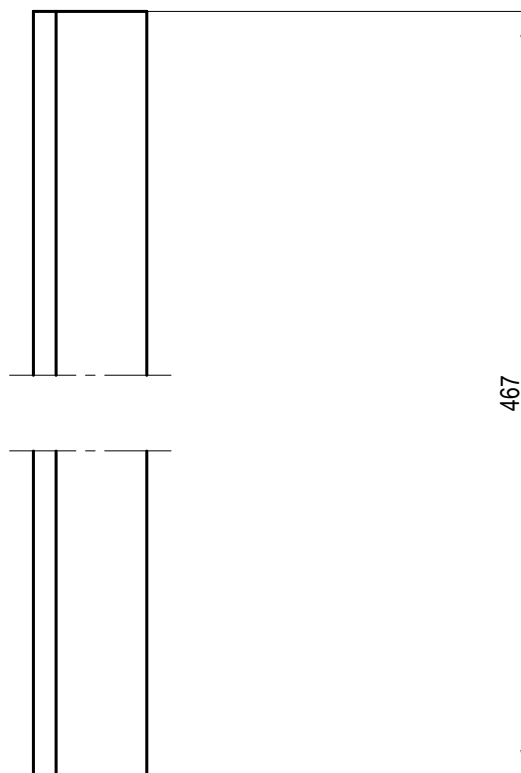
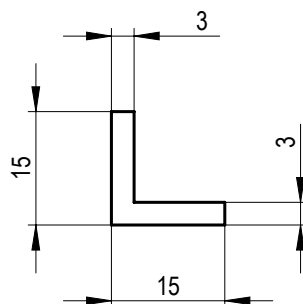
Observações:	2:1	União Base - Suporte de Controlo	Desenho 8					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							



Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	<i>Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial</i>	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					

Observações:	1:1	<i>Cantoneira Batente Tanque de Receção</i>	Desenho 6					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz		
Copiou				
Visto				

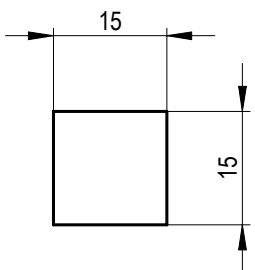


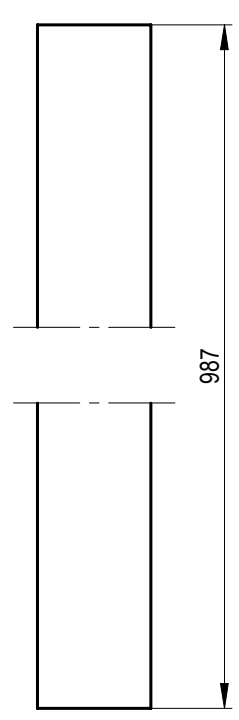
Observações:	1:1	Cantoneira Batente Tanque de Armazenamento	Desenho 5
	Toleran.		
	NP-265 Médio		

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial	F.C.T.-U.N.L Dissertação em Engenharia Mecânica	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					

Observações:	1:5	Barra Lateral Base 1	Desenho 3					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	<i>Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial</i>	F.C.T.-U.N.L <i>Dissertação em Engenharia Mecânica</i>	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					





Observações:	1:1	<i>Barra Inclinação Tanques</i>	Desenho 2					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

Proj.	15/01/2020	Guilherme Liz	<i>Dispositivo de Poupança de Água para Máquina de Lavar Industrial</i>	F.C.T.-U.N.L <i>Dissertação em Engenharia Mecânica</i>	
Des.	15/01/2020	Guilherme Liz			
Copiou					
Visto					

Top view of a rectangular part with dimensions 20x20.

Front view of a rectangular part with dimensions 20x309.

Observações:	1:1	<i>Barra Central Base</i>	Desenho 1					
	Toleran.							
	NP-265 Médio							

